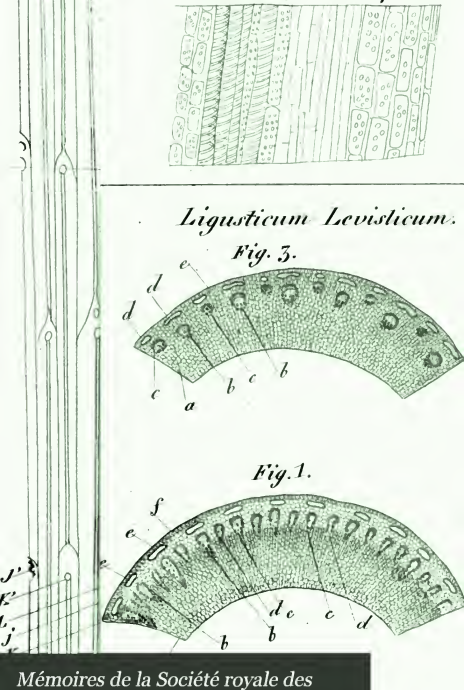
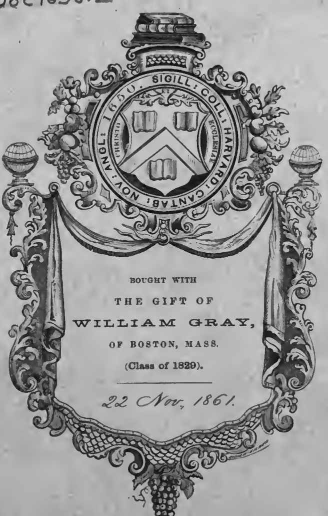

Ligusticum Levisticum.
Fig. 3.
e
d
d
c
a
b
c
b
Fig. 1.
f
e
e
d
c
b
c
d
b
J'
F'
j


SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE





MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ ROYALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS,

DE LILLE.

ANNÉE 1839.

LILLE,
IMPRIMERIE DE L. DANEL.

1839.

1861, Nov. 22.

PHYSIQUE.

NOTE SUR UNE CHEMINÉE FOUDROYÉE,

Par M. Delezenne, membre résidant.

Le 13 juin, nous avons eu à Lille et ses environs un très-fort orage, pendant lequel la foudre a frappé la terre en plusieurs points. Une ferme a été, dit-on, incendiée près de Roubaix et un moulin près de Roncq.

Le centre de la cheminée qui fait le sujet de mon observation est éloigné de six mètres seulement d'un bâtiment couvert en zinc, où se trouvent deux grandes chaudières à basse pression, garnies de leurs soupapes et de nombreux tuyaux de conduite. Près de ces chaudières se trouve une machine à vapeur destinée aux opérations d'une mouture, organisée sur une vaste échelle, à Marcq-en-Barœul. Ces énormes masses de fer ont été respectées par la foudre, qui n'a frappé que la cheminée construite en briques. Cette cheminée est un véritable monument, tant par ses dimensions que par l'élégance de sa construction. Voici les dimensions telles qu'on me les a communiquées :

	mètres.
Hauteur	36,30
Hauteur du piédestal	9,14
Longueur et largeur du piédestal	3,50
Diamètre uniforme du tuyau vide intérieur	0,84
Diamètre extérieur de la colonne, au-dessus de la base	2,44
Diamètre extérieur au sommet	1,53
Diamètre du chapiteau	2,28

Cette belle cheminée est maintenant lézardée dans un grand nombre de points de sa longueur, depuis le sommet jusqu'au sol. Dans la moitié supérieure de la colonne, outre les longues lézardes, on remarque des plages successives où la maçonnerie a éclaté. Une partie du chapiteau manque. A l'inspection de ces désordres on pouvait conjecturer qu'il entrait du fer non assemblé dans la construction. J'ai reconnu en effet que le canal intérieur était garni d'échelons en fer, qui ont été posés d'abord pour construire l'édifice sans échafaudage, ensuite, pour faciliter les réparations intérieures et le balayage. Ces échelons, distants de 35 centimètres, sont des barres de 27 millimètres d'équarrissage et de 90 centimètres de longueur totale. Chaque bout est encastré de 16 centimètres dans le mur. Le chapiteau octogone est composé de grosses pierres liées entre-elles par des agraffes en fer et scellées. Le quart de ce chapiteau a été jeté en une seule masse à 5 mètres de l'axe de la cheminée. Les agraffes encore scellées qui réunissent ces pierres sont intactes et ne laissent voir aucune trace du passage de la foudre. La masse est tombée du côté où sont les échelons en fer. Les lézardes et les démolitions se sont faites aussi de ce côté et très-probablement aux extrémités des échelons. Deux de ces échelons, appartenant très-probablement au bout supérieur de la colonne, ont été jetés à 10 mètres de distance; une troisième barre a été trouvée à la même distance que le fragment du chapiteau, mais du côté opposé. La cheminée venait d'être terminée lorsqu'elle a été foudroyée; le mortier ne pouvait pas être sec, surtout dans la partie supérieure.

Il paraît certain, d'après ces détails, que la foudre a sauté d'un échelon à l'autre, depuis le sommet de la cheminée jusqu'au dernier échelon inférieur. Le mortier humide servait de conducteur imparfait. Le fluide, en s'échappant par les extrémités des échelons, aura mis l'eau en vapeur, et c'est la pression exercée par cette vapeur qui aura fait éclater la maçon-

nerie. Par son épaisseur croissante du sommet à la base, le mur opposait une résistance de plus en plus grande. D'un autre côté, les déperditions du fluide aux extrémités des barres et la dessiccation croissante du mortier concouraient à diminuer les effets; aussi les dégradations sont-elles de moins en moins prononcées à partir du sommet. Le piédestal n'a presque pas souffert; mais les deux tiers de la cheminée sont à reconstruire.

Pendant une demi-heure après le coup de foudre on avait peine à respirer à 20 mètres de distance de la cheminée, selon le dire du directeur de l'usine, témoin de l'évènement.

A 300 mètres environ de cette cheminée se trouve une petite habitation bâtie sur le bord du canal. Elle a aussi été frappée de la foudre et, dit-on, du même coup. Une jeune dame était à sa porte lorsqu'un coup de tonnerre l'a épouvantée. Elle m'a dit avoir vu en même temps la foudre entrer dans une pièce voisine par une porte ouverte, distante de quelques décimètres seulement de celle que cette dame occupait. Les quatre carreaux d'une petite croisée qui éclairait cette pièce ont été brisés de dedans en dehors, et de là, la foudre est allée probablement se jeter dans le canal. Je n'ai vu dans la pièce foudroyée aucune trace qui pût indiquer la marche de la foudre, bien qu'il y eût un poêle et d'autres ferrailles dans cette petite cuisine. Les traces qu'on m'a montrées comme ayant été produites par la foudre ressemblaient à beaucoup d'autres réparties sur les murs nus, vieux, humides et inégalement salis par le temps.

ÉTOILES FILANTES OBSERVÉES A LILLE

DANS LA NUIT DU 11 AU 12 AOUT 1839,

Par M. Hautrive, Membre résidant.

Dans la nuit du 11 au 12 août dernier, vers une heure du matin, le ciel étant très-pur, parsemé de brillantes étoiles et la voie lactée fort apparente, je vis, coup sur coup, plusieurs de ces météores qu'on appelle *étoiles filantes*. Ce phénomène excita ma curiosité, et, pendant un quart d'heure, je l'observai attentivement.

J'étais placé au carrefour des rues de la Grande-Chaussée, des Prêtres et du Marché-aux-Fromages; je faisais face à la salle de spectacle. L'espace de la voûte céleste que mon œil embrassait était assez restreint; cependant je vis *filer*, pendant le temps que je restai en observation, 12 à 15 étoiles qui semblaient quitter le firmament pour entrer dans notre atmosphère. La plupart se dirigeaient du Nord-Est vers le Sud-Ouest, en s'inclinant de 40° à 45°, néanmoins le point de leur apparition et celui de leur disparition étaient aussi variables que le sens de la ligne parcourue; plusieurs passaient de l'Est à l'Ouest, dans une direction presque horizontale, aucune d'elles ne s'éleva perpendiculairement. Leur trajet était rapide, à peine durait-il une demi-seconde; elles laissaient sur leur passage une traînée d'étincelles dont la perte semblait les épuiser.

L'éclat de ces météores était au moins aussi vif que celui des étoiles de première grandeur; quelques-uns m'ont paru aussi brillants que la planète *Vénus*.

La traînée d'étincelles s'effaçait promptement et, en apparence, successivement. Les traînées avaient toutes à-peu-près la même longueur.

Je ne saurais mieux comparer l'effet produit par ces météores qu'aux fusées d'artifice arrivées à la fin de leur projection ascensionnelle.

Il n'est peut-être pas hors de propos d'ajouter que pendant la soirée du 11 août il tomba une pluie d'orage fort abondante.

RÉSISTANCE DE LA POTERIE APPELÉE GRÈS

A LA RUPTURE PAR EXTENSION,

Par M. Davaine, membre résidant.

Voici le résultat de quelques expériences sur la résistance de la terre cuite à la rupture par extension. Je les ai faites pour reconnaître jusqu'à quel point les tuyaux en poterie pouvaient s'appliquer à la conduite des eaux sous de fortes charges. Ceux que j'ai soumis aux épreuves étaient fermés par les deux bouts à l'aide d'obturateurs serrés par des boulons à écroux; on y introduisait et l'on y comprimait de l'eau à l'aide de la pompe foulante d'une presse hydraulique; la pression s'estimait au moyen d'une soupape que l'on chargeait de plus en plus jusqu'à la rupture du tuyau. Quand cette rupture était occasionée par l'application des obturateurs, les bords du tuyau éclataient; quand elle était le résultat de la pression, elle consistait en une fente suivant l'une des génératrices du cylindre et régnant dans toute sa longueur.

Ces tuyaux sont d'un genre de poterie appelée grès; ils se fabriquent en Belgique et dans l'arrondissement d'Avesnes; ils reçoivent à la cuisson un commencement de vitrification qui les rend imperméables sous toutes les pressions observées; cette qualité précieuse est malheureusement compensée par une grande fragilité sous les chocs. Quoi qu'il en soit, cette terre est susceptible d'acquérir une grande ténacité. Nul doute qu'en la préparant avec intelligence on n'en obtienne des produits d'un très-bon emploi.

TABLEAU DES RÉSULTATS OBTENUS.

Diamètre des tuyaux intérieurement.	Épaisseur de la paroi.	Diamètre de la soupape.	Surface.	Charge sous laquelle la rupture a eu lieu.	Pression en atmosphères à raison de 1,033 par centimètres carré.	OBSERVATIONS.	Charge qui produit la rupture par centimètre carré de surface.
		m.	cq.	k.	a.		k.
0 11	0 01	0 011	0 95	17 055	17 40	Tuyau venant de Belgique.	98 74
0 085	0 006 / 0 010	id.	id.	10 055	10 26	Fabr. de M. Hoque-Demazures à Valeociennes.	56 23
0 10	0 006 / 0 010	id.	id.	7 665	7 82	Id. crevé par le haut pendaot que l'on serrait les écroux.	50 43
0 10	id.	id.	id.	2 165	2 20	Id. crevé 1.re charge essayée.	14 24
0 10	id.	id.	id.	2 165	2 20	Méme fabrique.	14 24
0 10	0 009	id.	id.	12 165	12 41	Méme fabrique.	80 02
0 10	0 007	id.	id.	11 165	11 39	Id. crevé pendant que l'on serrait les écroux.	73 45
0 16	0 009	id.	id.	5 165	5 27	Même fabrique.	43 49
0 17	0 01	id.	id.	2 165	2 20	Même fabrique.	18 84
0 17	0 02	id.	id.	0 805	0 82	Même fabrique.	7 20
0 17	0 02	id.	id.	5 220	5 32	Id. crevé pendant que l'on serrait.	46 70
0 17	0 02	id.	id.	3 690	3 76	Id id. id.	33 01
0 17	0 010	id.	id.	3 80	3 87	Même fabrique.	34 00
0 17	0 009	id.	id.	4 05	4 13	Même fabrique.	36 24
0 17	0 009	id.	id.	8 05	8 21	Brisé par accideot, même fabrique.	72 02
0 10	0 008	id.	id.	16 71	17 05	Tuyau court veoant de Belgique.	109 93
0 10	0 008	id.	id.	6 71	6 84	Tuyau court venant de Belgique.	44 14

Les épaisseurs pour les grands tuyaux varient de 0 m 006 à 0 015, on peut prendre pour moyenne 0 m 010.

CHIMIE.

EXPÉRIENCES

POUR SERVIR A L'HISTOIRE DE L'ALCOOL, DE L'ESPRIT DE BOIS ET DES ÉTHERS,

Par Fréd. KUHLMANN, membre résidant.

Il a été tant dit, tant écrit sur l'éthérification, le champ des investigations et des conjectures concernant cette question est devenu tellement vaste, que de nouveaux travaux présentent à leur auteur peu de chances d'étendre encore cette partie de nos connaissances : mais cette raison même a été pour moi un puissant encouragement dans la série d'expériences que j'ai tentées, parce qu'elle devait me faire espérer que mes observations seraient accueillies avec plus d'indulgence. L'intérêt qu'a inspiré la théorie de la formation des éthers était justifié par la place importante qu'occupe cette théorie dans la chimie organique ; non-seulement elle embrasse des phénomènes nombreux et variés, mais elle se rattache aussi par de grandes analogies à d'autres questions théoriques, dont la solution dépend de la fixation des idées relativement à la production des éthers et à la manière d'envisager la composition de ces corps.

Si l'action des acides sur l'alcool a été examinée sous toutes ses faces, si les nombreux produits qui en résultent ont été

l'objet des plus minutieuses recherches, il m'a semblé que l'on s'était attaché trop exclusivement à un seul mode d'éthérification, et que l'état actuel de cette partie de la science réclamait de nouvelles études pour mieux faire connaitre l'action des autres agents susceptibles de transformer l'alcool en éther. C'est là une lacune que j'ai voulu indiquer plutôt que combler, car je n'ai pu jusqu'ici qu'effleurer le vaste sujet de recherhes qui, dans cette nouvelle voie, a bientôt attiré mon attention.

Dès les temps les plus reculés, l'on a reconnu que certains chlorures avaient la propriété de convertir, à une température convenable, l'alcool en un produit éthéré. Basile Valentin, dans son livre intitulé *Currus triumphalis Antimonii*, décrit la préparation d'un médicament auquel il attribue une efficacité toute particulière, et qu'il obtenait en distillant un mélange de perchlorure d'antimoine et d'alcool. Macquer, dans son dictionnaire de chimie, signale le procédé du marquis de Courtanvaux, publié dès 1759 (1), pour préparer l'éther marin avec le perchlorure d'étain. Les résultats de ces réactions étaient toutefois considérés comme incertains ou incomplets : les uns n'y voyaient qu'un mélange d'alcool et d'éther hydrochlorique, les autres contestaient même le fait de l'éthérification. L'action des chlorures métalliques a aussi fixé l'attention de M. Thénard dans son beau travail sur l'éther hydrochlorique, et dans ces derniers temps, M. Masson, en répétant une expérience du baron de Bormes sur l'éthérification par le chlorure de zinc, a constaté qu'une dissolution concentrée de ce chlorure dans de l'alcool aqueux donnait lieu, vers la température de 140°, à la formation d'éther sulfurique ; qu'à une température plus élevée il se produisait des carbures analogues à l'huile douce de vin. La formation de l'éther sulfurique par le perchlorure

---

(1) *Journal des Savants*, ann. 1759, p. 549.

d'étain a été également indiquée par plusieurs auteurs dignes de foi; enfin parmi les corps éthérifiants, on a encore signalé le fluorure de bore et le fluorure de silicium.

Tel était l'état de la question lorsque je résolus d'examiner ce qu'il y avait de général et de particulier dans ces diverses réactions. Mon attention s'est plus particulièrement fixée sur les chlorures métalliques éthérifiants. Comme ces différents composés sont susceptibles de se combiner avec l'eau, dont la présence était de nature à compliquer les résultats, j'ai cru devoir éliminer ce corps et opérer avec des chlorures anhydres et de l'alcool absolu, dans l'espoir de fixer plus facilement les idées d'une manière convenable sur les réactions que j'avais à étudier.

Hellot a observé que l'alcool pouvait former, avec le protochlorure d'antimoine, une véritable combinaison cristallisable, dans laquelle l'alcool joue le rôle de l'eau de cristallisation. Plus récemment, M. Graham a constaté par de nombreuses expériences que d'autres chlorures, notamment le chlorure de calcium, ceux de zinc, de manganèse, de magnésium, de fer, et un grand nombre de matières salines, possédaient les mêmes propriétés.

En examinant quelques-uns de ces composés sous le point de vue de l'éthérification, j'étais conduit à rechercher si ces combinaisons définies étaient susceptibles de donner de l'éther par la chaleur seule, ou si l'éthérification nécessitait l'intervention de quantités déterminées de corps éthérifiants non combinés; mon premier soin devait donc être d'étudier le véritable caractère de ces composés encore trop peu connus, pour mieux comprendre le rôle qu'ils jouent dans l'éthérification.

PREMIÈRE PARTIE.

I. DES COMBINAISONS ALCOOLIQUES, ÉTHÉRÉES ET MÉTHYLIQUES EN GÉNÉRAL.

L'on ne saurait mieux assimiler l'alcool qui entre dans diverses combinaisons qu'à l'eau; comme elle, l'alcool paraît jouer souvent le rôle d'un corps indifférent en entrant seulement dans l'arrangement moléculaire d'une combinaison neutre, lui faisant affecter des formes cristallines; son rôle alors est bien celui de l'eau de cristallisation, si toutefois on ne veut considérer les sels qui contiennent de l'eau de cristallisation comme des sels doubles, dont l'eau formerait une des bases. Il présente une analogie non moins grande avec l'ammoniaque qui se combine, d'après les recherches de M. H. Rose, avec les chlorures et oxisels métalliques en y jouant le même rôle que l'eau de cristallisation.

L'alcool, de même que l'eau, doit, dans certains cas, être plus particulièrement assimilé aux acides ou aux bases : ainsi l'alcool, se combinant au perchlorure de fer, de même que l'eau combinée à ce chlorure, joue le rôle de base, tandis qu'on ne peut envisager de la même manière l'alcool combiné l'oxide de potassium. Ces distinctions m'ont paru devoir être établies; nous serons conduits dans le cours de ce travail à reconnaître qu'elles n'ont rien de purement hypothétique. Pour mieux marquer d'avance le rôle que j'attribue à l'alcool suivant la nature du corps qui s'y combine, je désignerai exclusivement par *alcoolates* les combinaisons où l'alcool joue le rôle d'acide, et je ferai suivre le nom du corps acide auquel l'alcool s'associe comme base ou élément électro-positif du mot *alcoolique*, en les considérant comme de véritables *sels d'alcool*. J'examinerai en même temps des composés analogues que j'ai formés avec l'esprit de bois et différents éthers où ces corps

jouent tantôt le rôle d'acide et tantôt le rôle de base. Cette classification n'a sans doute rien de définitif, mais elle m'a paru de nature à être adoptée provisoirement, et elle m'était nécessaire pour mettre quelque ordre dans l'exposition des faits que j'avais à signaler.

J'ai considéré l'alcool et l'esprit de bois comme jouant, sans décomposition, le rôle d'acide ou de base, sans m'arrêter à la considération que ces corps sont, pour la plupart des chimistes, des hydrates de leurs éthers respectifs. Il en résulte que ce que je désigne sous le nom de sel d'alcool, lorsqu'un chlorure joue le rôle d'acide, sera considéré généralement comme un composé de chlorure et d'éther mêlé de chlorure hydraté, ou comme un composé à deux bases, l'éther et l'eau; mais comme ces deux bases (l'éther et l'eau) restent combinées d'une manière assez stable à l'état d'alcool ou d'esprit de bois, tant qu'elles ne sont pas déplacées aux températures convenables à l'éthérification, j'ai cru pouvoir sans inconvénient adopter provisoirement l'existence de sels d'alcool ou d'esprit de bois.

Il m'eût été difficile, sans établir de distinction entre les composés alcooliques et les composés éthérés, de justifier les différences qui se remarquent entre les propriétés des composés éthérés obtenus directement avec l'éther et celles des composés obtenus avec l'éther hydraté (alcool). Ces derniers donnent, par leur contact avec l'eau, de l'alcool, tandis que les autres donnent toujours de l'éther. Si l'alcool ou l'éther avait été obtenu dans les deux circonstances, il eût été sans doute beaucoup plus convenable de ne faire qu'un seul et même groupe. J'ai évité, du reste, toute dénomination nouvelle, persuadé de l'utilité qu'il y a dans les sciences de s'attacher à bien étudier les corps avant de multiplier les noms. Dans la rédaction de ce travail, j'emploierai les désignations suivantes :

Éther sulfurique.......................... $C_4\ H_{10}\ O$
Éther hydrochlorique..................... $C_4\ H_{10}\ Cl_2$
Éther méthylique.......................... $C_2\ H_6\ O$
Éther méthylhydrochlorique................ $C_2\ H_6\ Cl_2$

En empruntant une partie de ces noms à l'ancienne nomenclature, je fais assez connaître que mon but n'est pas de traiter ci des diverses théories en présence relativement à la constitution chimique des éthers.

II. COMBINAISONS DANS LESQUELLES L'ALCOOL, L'ESPRIT DE BOIS ET L'ÉTHER JOUENT LE ROLE D'ACIDE.

Lorsque l'on met en contact l'alcool absolu avec du potassium ou du sodium, ces corps s'oxident aux dépens de l'oxigène de l'alcool; de l'hydrogène se dégage; l'oxide anhydre qui se forme dans ce cas se combine avec l'alcool non décomposé et donne lieu à des composés qui cristallisent avec la plus grande facilité en belles aiguilles prismatiques (1).

Lorsqu'on traite par l'alcool absolu le pyrophore de M. Gay-Lussac, consistant en polysulfure de potassium, oxide de potassium anhydre et charbon, le polysulfure de potassium et l'oxide de potassium forment des combinaisons qui sont toutes deux cristallisables. Les cristaux de polysulfure sont de forme prismatique, incolores, et ne se forment que lentement.

---

(1) D'après M. Liebig, qui a étudié ces combinaisons, il se forme, par la décomposition de l'eau de l'alcool, de l'oxide de potassium qui se combine à de l'oxide d'éthyle (éther) devenu libre, et les cristaux qu'on obtient sont formés d'éther et d'oxide de potassium, qui, en contact avec de l'eau, régénèrent l'hydrate d'oxide de potassium et l'hydrate d'éther (alcool) (*Ann. der Pharm.*, t. XXIII, p. 32). Cette manière de se comporter se répète dans l'action du potassium sur le mercaptan; il y a entre les deux corps une analogie complète.

Les composés d'alcool et d'oxide de potassium et de sodium, exposés au contact de l'air, s'altèrent à la longue et donnent naissance à de l'acétate de potasse (1).

En mettant en contact de l'esprit de bois avec du potassium et du sodium, j'ai obtenu des cristaux analogues à ceux produits par l'alcool: la cristillisation de ces composés a lieu avec la plus grande facilité; les cristaux consistent en tables rhomboïdales; par leur contact prolongé à l'air, ils donnent naissance à du formiate de potasse.

L'éther, en contact avec le potassium et le sodium, donne lieu, par une réaction lente, à des composés cristallins d'éther et d'oxides anhydres; ces produits se comportent au contact de l'air comme ceux alcooliques; lorsque l'action d'un excès de potassium et de sodium est prolongée, l'éther est entièrement altéré; il se forme une masse jaune opaque de consistance gélatineuse.

L'éther absolu se charge également de l'oxide de potassium anhydre qui existe dans le pyrophore de M. Gay-Lussac; la dissolution faite à chaud, exposée à l'air sec, cristallise par évaporation de l'éther. Les cristaux ne contiennent pas de sulfure; ils se fondent au contact de l'air humide; par le contact de l'eau il s'en sépare de l'éther et non de l'alcool : la dissolution aqueuse, saturée par l'acide acétique, donne avec le sous-acétate de plomb un précipité blanc abondant, ce qui indique que l'éther n'est pas complètement séparé de cette combinaison par l'eau.

La baryte anhydre se comporte avec l'alcool, l'esprit de bois et l'éther, comme l'oxide de potassium ou de sodium; les composés qui se forment cristallisent lentement en feuilles

---

(1) D'après M. Liebig, il y a aussi, dans cette circonstance, formation d'acides formique et aldéhydique. (*Handbuch der pharmacie, von Geiger*, I, 703.)



de fougère ; mais un contact prolongé d'un excès de baryte altère ces corps et les colore en jaune. La propriété de l'alcool absolu, de former peu à peu une combinaison avec la baryte caustique, doit faire rejeter la baryte comme moyen de s'assurer si l'alcool est anhydre.

III. COMBINAISONS DANS LESQUELLES L'ALCOOL, L'ESPRIT DE BOIS ET L'ÉTHER JOUENT LE RÔLE DE BASE.

J'ai fait connaître les motifs qui me font admettre provisoirement l'existence de sels d'alcool, au lieu de considérer ces composés comme des sels d'éther. Je reviendrai à cette question en faisant le résumé des résultats de mes expériences. L'une des plus remarquables combinaisons de ce genre est la combinaison de l'alcool absolu avec le perchlorure d'étain. En mettant en contact ces deux corps, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur, il y a une élévation très-considérable de température et par le refroidissement le sel d'alcool cristallise en aiguilles soyeuses disposées en houppes ; il est incolore, d'une odeur aromatique, lorsqu'il a été saturé d'alcool, fusible à une température de 75° environ, ne répandant aucune fumée à l'air à la température ordinaire. Ce composé paraît pouvoir se constituer en différentes proportions ; lorsque le chlorure domine la cristallisation est plus nette. Pour obtenir une cristallisation de la combinaison neutre, il convient d'exposer le sel préparé avec excès d'alcool dans une atmosphère desséchée par la chaux. Lorsque ces composés alcooliques sont mis en contact avec l'eau, l'alcool est éliminé sans subir d'altération.

Le perchlorure de fer se comporte comme le perchlorure d'étain ; mais le sel alcoolique cristallise plus difficilement.

La combinaison de l'alcool avec le perchlorure d'antimoine se produit avec la même facilité et toujours avec un grand dégagement de chaleur ; mais le mélange se colore et ne paraît pas

susceptible de cristalliser ; conservé pendant quelques jours, l'eau en sépare une matière huileuse brune. Le chlorure d'aluminium et le fluorure de bore se combinent à l'alcool et forment avec lui des composés analogues.

L'esprit de bois anhydre, en présence des chlorures éthérifiants, donne des résultats analogues à ceux de l'alcool; il forme des composés correspondants dont plusieurs sont cristallisables. Le plus remarquable de ces composés est le composé d'esprit de bois et de perchlorure d'étain. La combinaison s'effectue avec un dégagement très-considérable de chaleur, qu'il convient de modérer par des mélanges frigorifiques ; le liquide se colore en rouge grenat et, par le refroidissement, il se prend en une masse cristalline. Les cristaux, qui se forment lentement, sont parfaitement incolores. Le composé de perchlorure de fer et d'esprit de bois est également susceptible de cristalliser, mais plus difficilement. Dans toutes ces combinaisons l'esprit de bois joue le même rôle que l'alcool, mais le mélange se colore toujours, quelque précaution que l'on prenne pour purifier autant que possible l'esprit de bois.

L'éther sulfurique, de même que l'alcool et l'esprit de bois, peut jouer le rôle de base ; il se combine, avec dégagement de chaleur, avec les chlorures ou fluorures électro-négatifs, et ces combinaisons se détruisent par leur contact avec l'eau. Dans cette décomposition l'éther est mis en liberté ; il ne se produit ni à froid ni à chaud aucune trace d'alcool, et en cela ces combinaisons diffèrent essentiellement des combinaisons alcooliques, qui donnent toujours de l'alcool et jamais d'éther lorsqu'elles n'ont pas subi l'action de la chaleur.

Plusieurs composés d'éther et de perchlorure cristallisent avec une grande facilité lorsqu'ils sont exposés à l'air sec ; à une température élevée, la plupart se volatilisent sans décomposition. La combinaison de perchlorure de fer et d'éther cristallise lentement en tables rectangulaires. Le perchlorure d'étain donne

un composé éthéré d'un aspect brillant et dont la cristallisation est d'une netteté remarquable; ce composé s'obtient par le contact des corps, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeur. Il distille sans altération à la température de 80°.

L'éther sulfurique n'est pas le seul éther susceptible de jouer le rôle de base en présence des acides et des chlorures et fluorures électro-négatifs. La vapeur d'éther hydrochlorique est absorbée en grande quantité par l'acide sulfurique anhydre; il en résulte un produit liquide répandant à l'air d'abondantes fumées blanches et donnant lieu, par son mélange avec l'eau, à un produit huileux ou éthéré qui possède une partie des propriétés de l'éther oxichloro-carbonique. Il a une forte odeur d'ail, détermine, à un haut degré, le larmoiement et prend une couleur pourpre par son contact avec l'iode. Sa pesanteur spécifique est peu différente de celle de l'eau; il se tient habituellement au fond de ce liquide, mais vient nager à la surface pour peu que l'eau contienne de corps qui en augmentent la densité. Ce composé huileux ou éthéré est peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau chaude; sa dissolution précipite par les sels d'argent, mais, s'il a été bien lavé à froid, les réactifs n'y dénotent pas la présence de l'acide sulfurique. Le composé d'éther et d'acide sulfurique anhydre ne bout qu'à une température de 130°; une partie se distille sans altération, mais une autre partie est profondément altérée; le liquide se colore en brun et il se produit de l'acide sulfureux; Lorsque, par le contact de l'eau, on a séparé le composé huileux, il reste dans le liquide un acide analogue à l'acide sulfovinique. Lorsqu'on mêle à ce liquide, à chaud, une dissolution de chlorure de barium, il se forme, par le refroidissement, une abondante cristallisation d'un sel barytique d'un aspect soyeux.

L'acide sulfurique hydraté absorbe également de l'éther hydrochlorique, mais la combinaison ne donne pas lieu, par le

contact de l'eau, au composé huileux dont je viens de signaler l'existence.

Le perchlorure d'étain forme, avec l'éther hydrochlorique, un composé très-remarquable. La combinaison s'effectue avec dégagement de chaleur ; le résultat est incolore, liquide et fume à l'air. En l'exposant à une évaporation lente, dans une atmosphère d'air séché par la chaux vive, il cristallise et donne lieu à une végétation qui dépasse de plus d'un centimètre les bords de la capsule qui a contenu le liquide ; les cristaux ont la disposition de barbes de plumes. L'eau décompose également ce produit, mais ici une grande partie de l'éther hydrochlorique est régénérée ; il reste cependant une matière blanche, peu soluble dans l'eau, qui paraît être de l'oxichlorure d'étain, lequel ne se forme pas en opérant sur le composé préparé récemment.

Le perchlorure d'antimoine absorbe, avec dégagement de chaleur, l'éther hydrochlorique. La combinaison est incolore, liquide et fume à l'air ; exposée à une atmosphère desséchée, elle se prend en une masse cristalline. Mais bientôt la masse redevient liquide, se colore en brun et laisse déposer lentement des cristaux de protochlorure d'antimoine. Le liquide brun, mêlé à l'eau, donne lieu à la séparation d'une matière huileuse brune.

Le perchlorure de fer se combine aussi à l'éther hydrochlorique. Ce composé cristallise confusément dans une atmosphère desséchée par la chaux ; il est décomposé par le contact de l'eau ; l'éther hydrochlorique se sépare en partie et il se forme, dans cette réaction, une grande quantité de peroxide de fer. (1)

---

(1) Les partisans de la théorie où l'éther est considéré comme un oxide trouveront un appui puissant en faveur de leurs idées dans l'existence de ces composés ; en effet, l'éther hydrochlorique n'est pas dans ces réactions un corps indifférent analogue aux oxisels, mais un composé analogue aux oxides, un chlorure capable de former des chlorures doubles avec les chlorures métalliques.



L'action des acides sulfurique et phosphorique anhydres et des chlorures et fluorures sur l'éther hydrochlorique, l'éther hydriodique, l'éther hydrobromique, enfin sur les éthers composés, à acides organiques, fera l'objet d'un travail particulier dont je m'occupe. Je me contente, pour le moment, de signaler, d'une manière générale, la propriété que possèdent des éthers, autres que l'éther sulfurique, de former des combinaisons avec les acides et les chlorures et fluorures électro-négatifs. Toutefois, je ne considère pas ces composés comme étant en tout assimilables aux précédents, car il est évident, d'après l'action de l eau sur une partie d'entre eux, et les résultats de cette action, que l'éther subit une modification profonde dès le moment où il se trouve en présence des acides anhydres et des chlorures. Comme je compte faire, de ces réactions, l'objet d'une étude particulière, je me contenterai, pour le moment, de signaler l'existence de ces composés remarquables.

DEUXIÈME PARTIE.

I. ACTION DE LA CHALEUR SUR LES COMPOSÉS D'ALCOOL, D'ESPRIT DE BOIS ET D'ÉTHER, AVEC DES BASES.

Lorsqu'on soumet à l'action de la chaleur les combinaisons d'alcool ou d'esprit de bois et des diverses bases qui sont susceptibles de s'y combiner, il ne se produit de l'éther dans aucune circonstance; une partie de l'alcool ou de l'esprit de bois anhydre engagé dans les composés s'échappe d'abord; puis ces combinaisons, vers la température de 250°, se colorent un peu, et il se dégage des carbures d'hydrogène en abondance.

La combinaison d'alcool et de baryte donne lieu aux phéno-

Les arguments en faveur de l'oxide d'éthyle seront d'autant plus puissants qu'aux chlorures doubles que je viens de mentionner s'adjoignent les nombreuses combinaisons doubles formées par le sulfure d'éthyle (mercaptan).

mènes suivants. Après qu'une partie de l'alcool s'est échappée, le composé se charbonne légèrement, et il se dégage du carbure bihydrique et un peu de carbure tétrahydrique ; à une température plus élevée, le charbon disparaît; il distille un peu d'eau et la baryte reste à l'état de carbonate. Le charbon déposé disparaît dès qu'il se sépare de l'eau : la présence de l'eau doit nécessairement occasioner la combustion du charbon à la température élevée à laquelle l'opération a lieu.

Lorsqu'au lieu d'employer le composé alcoolique on se sert du composé de baryte et d'esprit de bois, ce n'est plus le gaz oléfiant qui se produit, mais un carbure à odeur méthylique brûlant avec une flamme bleu pâle. Le gaz produit est sans doute un mélange de plusieurs carbures d'hydrogène, car il se dépose du charbon ; toutefois je crois qu'un examen attentif de ce mélange gazeux peut avoir quelque intérêt sous le rapport théorique.

Vers la fin de la décomposition des composés alcooliques et méthyliques, il se distille aussi, dans quelques circonstances, un peu d'un carbure huileux de couleur citrine ; mais jamais la moindre trace d'éther n'a été produite dans le grand nombre d'expériences que j'ai tentées sur les combinaisons d'alcool ou d'esprit de bois où ces corps jouent le rôle électro-négatif, et en cela ces composés se distinguent essentiellement de ceux où l'alcool ou l'esprit de bois joue le rôle de base.

II. Éthérification de l'alcool par les chlorures.

§ 1. *Perchlorure d'étain et alcool.*

L'expérience m'ayant démontré que l'action de la chaleur sur les combinaisons de perchlorure d'étain et d'alcool donne des résultats qui varient suivant les proportions dans lesquelles ces deux corps ont été associés ou mis en présence, il importe d'indiquer les résultats obtenus, d'abord sur le produit con-

stitué, par un atome perchlorure et un atome alcool, puis sur des mélanges formés dans différentes autres proportions.

J'ai pensé qu'il pouvait être utile, dans cette circonstance, de constater des résultats quantitatifs, malgré la difficulté qu'il y a de déterminer séparément le volume ou le poids des produits d'une distillation où l'on obtient toujours des mélanges de corps différents, et où les résultats varient non-seulement en quantité, mais encore en nature, suivant la rapidité avec laquelle les opérations sont conduites.

Bien que j'aie cherché à opérer d'une manière uniforme pour toutes mes expériences, que pour bien pouvoir graduer la température j'aie eu recours à des bains d'huile, que la condensation ait toujours eu lieu à la température de la glace fondante, je ne puis présenter mes chiffres que comme des résultats approximatifs et n'ayant d'autre mérite que celui de permettre d'établir des points de comparaison.

A

Lorsqu'on met en contact

	atomes.	poids.
$Sn\,Cl_4$........	1	100
$C_4\,H_{12}\,O_2$.....	1	35,87

en modérant la chaleur développée par la combinaison, on obtient une masse pâteuse à la température ordinaire et qui, soumise à l'action de la chaleur, présente les résultats suivants :

A 75° les cristaux se liquéfient.

A 127° il se dégage une faible quantité de $Cl_2\,H_2$ et de $C_4\,H_{10}\,Cl_2$.

A 135° il produit quelques bouillons dus au dégagement d'un peu de $Cl_2\,H_2$ et de $C_4\,H_{10}\,Cl_2$.

A 145° l'ébullition n'est pas encore complète; cependant il y a un peu d'éther liquide de produit.

A 150° l'ébullition devient régulière; il n'y a plus que très-peu d'acide et déjà on a pu recueillir près d'un cinquième

en volume de l'alcool employé d'un mélange de C_4 H_{10} Cl_2 et d'un peu de C_4 H_{10} O.

A 155° il distille encore de l'éther; mais la presque totalité en combinaison avec du chlorure constituant un liquide incolore d'un aspect huileux très-dense et se mêlant à l'éther. Ce liquide donne des cristaux par le refroidissement.

A 160° distillation de la combinaison éthérée.

A 170° idem

A 180° idem.

On a continué l'action de la chaleur jusqu'à ce que le liquide visqueux qui distillait se soit un peu coloré en jaune; à ce point il se dégageait, en même temps que la combinaison éthérée, un peu d'eau chargée d'acide hydrochlorique.

Sur 137,87 parties de mélange soumises à l'action de la chaleur, il est resté dans la cornue 28 parties contenant encore de la combinaison alcoolique ou éthérée; car, par le refroidissement, le col de la cornue s'est tapissé de très-beaux cristaux étoilés.

Les premiers produits de la distillation consistaient, comme nous l'avons indiqué en éther pur, les seconds produits obtenus de 155 jusqu'à 200° environ consistaient en un liquide incolore, un peu oléagineux, d'une odeur d'éther mêlée de l'odeur de l'acide muriatique. Ce produit est un mélange de combinaisons de perchlorure d'étain avec de l'éther sulfurique et de l'éther hydrochlorique, le tout chargé d'un peu d'acide hydrochlorique. En le mélangeant peu à peu, et à la température de 15 degrés environ, avec son volume d'une dissolution de potasse caustique dans l'eau, l'éther hydrochlorique se dégage en partie à l'état de vapeur, et un mélange d'éther sulfurique et d'éther hydrochlorique vient nager à la surface du liquide. En réunissant les produits éthérés de cette décomposition à l'éther libre dégagé en premier lieu, j'ai pu recueillir, pour 100 volumes d'alcool employé, 46 volumes de mélanges d'éthers. (1)

---

(1) J'ai déterminé en volumes les rapports de la quantité d'éther obtenu à la quantité d'alcool décomposé, parce que ce moyen de détermination était d'une application plus facile dans cette circonstance et parce que j'avais à opérer sur des

C'est, comme on voit, presque la moitié du volume de l'alcool employé, et des pertes presqu'inévitables ont eu lieu, tant en vapeurs non condensées que par dissolution dans l'eau.

B

On fit un mélange où la quantité d'alcool fut un peu diminuée; sur 100 parties en poids de perchlorure d'étain, on versa 32,84 parties d'alcool absolu. Toute la masse devint solide et cristallisée.

Elle fondit de 70 à 75 degrés.

A 120° il se dégagea un peu de $Cl_2 H_2$ et de $Sn Cl_4$.

A 130° quelques bouillons se manifestèrent.

A 135° il passa du $Cl_2 H_2$ et un peu de $Sn Cl_4$.

A 140° il distilla peu de $C_4 H_{10} Cl_2$ sans apparence de $C_4 H_{10} O$.

A 150° idem.

A 160° il distilla un liquide incolore, oléagineux, qui consistait en une combinaison de $Sn Cl_4$; de $C_4 H_{10} Cl_2$.

A 165° le produit contenu dans la cornue commença à se dessécher; on le retira du feu, et par refroidissement il a cristallisé en houppes soyeuses; en y ajoutant de l'eau, on n'a pas obtenu d'éther, le mélange chauffé entre en ébullition à 80°; cette ébullition, continuée

---

mélanges d'éthers de densité différente et dont la séparation m'a paru présenter les plus grandes difficultés. La présence de l'éther sulfurique retarde le point d'ébullition de l'éther hydrochlorique; mais lorsqu'il se trouve dans ce mélange peu d'éther sulfurique, la présence de ce corps est difficile à constater sans avoir recours à la décomposition. Une distillation à température graduée ne permet pas d'opérer la séparation; l'éther sulfurique est entraîné par les vapeurs d'éther hydrochlorique; et les dernières portions d'éther qui distillent retiennent encore de l'éther hydrochlorique, c'est ce dont il est facile de s'assurer en opérant sur un mélange des deux éthers préparés séparément. C'est sans doute là une des causes qui ont laissé tant d'incertitnde dans les diverses opinions relativement aux produits de l'action de la chaleur sur les mélanges d'alcool et de chlorures éthérifiants. On s'explique encore facilement pourquoi les chimistes qui ont préparé l'éther hydrochlorique au moyen d'alcool et du perchlorure d'étain ont donné pour la densité de cet éther des chiffres moins élevés que ceux résultant des expériences de M. Thénard, sur l'éther hydrochlorique préparé au moyen de l'acide hydrochlorique. (*Gehlen's Journal, II.* 206. — *Mémoires d'Arcueil, I.* 115-140.

jusqu'à 170°, a toujours donné de l'eau et de l'alcool. Passé 170°, la matière s'épaissit et se boursouffle ; elle contient beaucoup d'oxide d'étain, mais aucune trace de protochlorure.

C

On fit un mélange de

	atomes.	poids.
$Sn\,Cl_4$........	2	100
$C_4\,H_{12}\,O_2$.....	1	17,93

La combinaison eut lieu avec dégagement de chaleur ; il se forma une abondante cristallisation de la combinaison alcoolique, mais une grande partie du perchlorure d'étain n'entra pas dans la combinaison ; on eût pu séparer la partie non combinée par décantation. Voici comment ce mélange se présente à l'action de la chaleur :

A 75° les cristaux se fondent dans l'excès de $Sn\,Cl_4$.
A 100° du $Sn\,Cl_4$ distille sans ébullition.
A 130° idem.
A 140° l'ébullition commence, il se vaporise du $Sn\,Cl_4$ et de l'acide $Cl_2\,H_2$.
A 150° il a été recueilli 1/5 environ du perchlorure d'étain employé.
A 160° il distille une combinaison visqueuse de Cl_4 Sn et de $C_4\,H_{10}\,Cl_2$.
A 170° le liquide qui distille se sépare en 2 couches ; la couche supérieure contient plus d'éther que la couche inférieure.

De 180 à 200° il distille encore un peu de la combinaison visqueuse et un peu d'huile qui se tient au fond. Dans tout le cours de la distillation il s'est dégagé très-peu d'éther hydrochlorique gazeux ; tout l'éther a été retenu par le chlorure.

En ajoutant de l'eau aux combinaisons de perchlorure d'étain et d'éther hydrochlorique, il y a élévation de température et l'éther hydrochlorique se dégage avec une grande violence ; lorsque dans la combinaison la quantité d'éther combinée est grande (ce qui arrive pour les produits obtenus entre 160 et 180°), et qu'on évite l'élévation de température par le refroidissement artificiel, on peut obtenir un peu d'éther hydrochlorique liquide, qui vient nager à la surface,

mais qui se vaporise ensuite par la seule chaleur de la main; il ne m'a pas paru qu'il se fût formé aucune trace d'éther sulfurique dans cette expérience.

Par les trois expériences qui précèdent, il a été constaté que les éthers sulfurique et hydrochlorique ne se produisent libres par une distillation d'alcool absolu et de perchlorure d'étain qu'autant que la quantité d'alcool correspond au moins au poids d'un atome pour un atome de perchlorure.

Les essais suivants sont destinés à constater où s'arrête le pouvoir du perchlorure d'étain de former de l'éther libre avec l'alcool.

D

On fit un mélange d'alcool absolu et de perchlorure d'étain dans le rapport de 100 perchlorure et 44,50 alcool absolu. Le mélange convenablement refroidi se présente sous forme d'une pâte cristalline un peu liquide.

A 70° toute la masse était fondue.
A 110° il s'est dégagé un peu d'acide hydrochlorique.
A 145° l'ébullition a commencé et il s'est produit de suite de $C_4 H_{10} Cl_2$ mêlé de $C_4 H_{10} O$.
A 150° idem.
A 160° idem.
A 170° un peu de $Cl_2 H_2$ passe avec $C_4 H_{10} Cl_2$.
A 175° $C_4 H_{10} Cl_2$ mêlé de $C_4 H_{10} O$.
A 180° il passe des éthers hydrochlorique et sulfurique combinés à du chlorure; ces combinaisons sont décomposées par leur volume d'eau.
A 190° encore combinaison éthérée cristallisant par refroidissement.

Dans cette expérience, sur 100 parties en volume d'alcool employé on a pu recueillir 44 parties d'éther, mais la distillation n'a pas été poussée jusqu'à la cessation de tout dégagement de la combinaison éthérée.

E

Dans l'expérience suivante on augmenta encore un peu la quantité d'alcool ; pour 100 de chlorure on employa 46,25 d'alcool absolu.

La masse pâteuse se liquéfie à 70°.

A 130° l'ébullition commence; elle est vive à 140° et donne de suite de l'éther avec très-peu d'alcool. La distillation d'éther se poursuit jusqu'à 165°, alors il commence à distiller de la combinaison de $C_4\ H_{10}\ Cl_2$ et de $C_4\ H_{10}\ O$ avec du $Sn\ Cl_4$.

A 170° liquide sirupeux comme précédemment.

A 175° il passe un peu de $Cl_2\ H_2$ avec la combinaison éthérée.

A 185° idem.

A 200° idem.

Vers la fin le liquide visqueux est très-acide et contient beaucoup d'eau ; il ne s'en sépare plus sensiblement d'éther par une nouvelle addition d'eau. Dans cette expérience, sur 100 parties en volume d'alcool il a été obtenu, tant en éther libre qu'en éther séparé par l'eau de sa combinaison avec du chlorure, 57 parties ; c'est jusques alors l'expérience qui a donné le plus d'éther.

F

On mit en contact :

	atomes.	poids.
$Sn\ Cl_4$...........	1	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$........	2	71,74

Il y eut élévation de température, cristallisation de la combinaison alcoolique par refroidissement ; à chaud cette combinaison se dissolvit dans l'excès d'alcool.

A 75° toute la masse était fondue.

A 120° il se manifesta une légère ébullition et il distilla un peu d'alcool anhydre.

A 130° même résultat.

A 140° encore de l'alcool.

A 150° encore de l'alcool en excès avec des traces d'éther.

A 165° tout l'alcool en excès s'étant échappé, l'éther a commencé

à distiller. La quantité d'alcool séparée d'abord était de 17,37; c'est, à une légère fraction près, 1/4 de la quantité employée. La décomposition de l'alcool en éther a donc commencé au moment où l'alcool ne représentait plus que 3 atomes d'alcool pour 2 atomes de perchlorure d'étain; ce résultat coïncide parfaitement avec les résultats des expériences D et E, où l'éther a été produit sans distillation sensible d'alcool, en employant, pour 100 parties de chlorure, 44 et 46 parties d'alcool absolu. Or, les rapports de 2 atomes perchlorure, pour 3 atomes alcool sont exprimés par 52,79 alcool pour 100 de perchlorure.

Il est à remarquer, dans les résultats ci-dessus, que quoique la chaleur eût été poussée à dessein rapidement jusqu'à 165° et que la formation de l'éther pût avoir lieu à des températures inférieures, il n'y a eu d'éther de produit qu'au moment où tout l'alcool excédant 3 atomes pour 2 atomes de perchlorure, eut été chassé. Le mélange de l'expérience F, chauffé au-delà de 165°, a donné les résultats suivants :

A 170° $C_4 H_{10} Cl_2$ et un peu de $C_4 H_{10} O$.
A 180° $Cl_2 H_2$.

A 185° il distille une combinaison cristallisable par refroidissement et se décomposant par l'eau en un éther liquide formé exclusivement de $C_4 H_{10} Cl_2$. Ainsi que nous l'avons dit, tout l'alcool s'était séparé dès 165°: à partir de ce point jusqu'à 180°, il a passé un liquide éthéré qui, mélangé avec son volume d'eau, a laissé dégager un peu d'éther hydrochlorique gazeux et il a surnagé de l'éther se maintenant liquide à la température ordinaire; à partir de ce point jusqu'à 185 ou 190° il s'est produit de la combinaison visqueuse qui a donné encore par l'eau un peu d'éther liquide, avec un grand dégagement d'éther hydrochlorique gazeux. La quantité totale d'éther obtenue était en volume de 34 pour cent, en déduisant de la quantité d'alcool employée la quantité qui a distillé d'abord sans avoir subi de décomposition. Cette quantité ne s'est pas élevée au chiffre de la précédente expérience, sans doute parce que l'alcool, dont une partie a distillé avec de l'éther, n'a pas permis la séparation totale de ce dernier.

Le résidu dans la cornue était d'une couleur jaunâtre et contenait beaucoup de peroxide d'étain, sans protochlorure.

Dans les trois dernières expériences l'éther obtenu en premier lieu consiste en grande partie en éther hydrochlorique et éther sulfurique libres; mais les produits obtenus au milieu et surtout vers la fin des distillations, et qui s'isolent par le contact de l'eau, consistent en éther hydrochlorique combiné avec du chlorure et de l'acide hydrochlorique. Ces produits demandent à être purifiés par une dissolution de potasse caustique; mais dans aucune circonstance la totalité de l'éther n'est séparée au moyen de l'eau de la combinaison éthérée; de là résultent des pertes inévitables, ce qui doit rendre nos approximations très-imparfaites.

G

La présence d'un peu d'eau n'empêche pas la production de l'éther par l'action du perchlorure d'étain sur l'alcool. Cette production eut lieu à la température de 150° dans une expérience que j'ai faite, en opérant avec un excès d'alcool. L'excès d'alcool s'est dégagé d'abord, puis un mélange d'éther hydrochlorique et d'éther sulfurique a distillé en même-temps que de l'eau. J'ai reconnu même qu'avec un chlorure légèrement hydraté l'éther sulfurique s'obtenait plus facilement qu'avec un chlorure anhydre.

***TABLEAU** synoptique des résultats de l'action de la chaleur sur l'alcool en présence du perchlorure d'étain.*

	Perchlorure d'étain en poids.	Alcool en poids.	Rapports atomiques des corps en contact $Sn\,Cl_4 + C_4\,H_{12}\,O_2$.	Poids de l'alcool décomposé.	Éther en volume pour 100 volumes d'alcool décomposé.	OBSERVATIONS.
Expérience A	100	35,87	1 + 1	35,87	46	
» B	100	32,84	——	32,84	—	Peu d'éther libre.
» C	100	17,93	2 + 1	17,93	—	Pas d'éther libre. Il a distillé 1/5 en poids du perchlorure avant la décomposition de l'alcool.
» D	100	44,50	——	44,50	44	
» E	100	46,25	——	46,25	57	
» F	100	71,74	1 + 2	54,37	48	Il a distillé 17,37 d'alcool avant l'éthérification.

Il résulte des expériences précédentes que toutes les fois que le perchlorure d'étain est chauffé en contact avec l'alcool à une température qui dépasse 130 à 140°, il y a formation d'éther hydrochlorique, mêlé d'éther sulfurique; que ces éthers ne se dégagent pas toujours à l'état de liberté, mais souvent et surtout vers la fin de l'opération, à l'état de combinaison cristallisable avec le perchlorure d'étain; que les proportions convenables pour produire le plus d'éther libre, sont celles de 1 atome perchlorure et 1 atome alcool, ou mieux celles de 3 atomes perchlorure sur 4 atomes alcool; ou enfin, 2 atomes perchlorure sur 3 atomes alcool. En employant une plus grande quantité d'alcool que celle indiquée par la dernière proportion, une partie de l'alcool distille avant l'éthérification.

Toutes les fois que l'on augmente la quantité de perchlorure au-delà de 1 atome pour 1 atome alcool, ce ne fût-il que de 1/10.e, la production de l'éther libre diminue considérablement et surtout celle de l'éther sulfurique; si la quantité de perchlorure s'élève à 2 atomes pour 1 atome alcool, il distille d'abord un excès de perchlorure anhydre et l'éther n'est obtenu qu'à l'état de combinaison avec du perchlorure, cet éther paraît alors formé en totalité d'éther hydrochlorique.

D'après ces résultats, le composé alcoolique de perchlorure d'étain qui, par sa décomposition, donne le plus facilement de l'éther libre, est formé de 2 atomes perchlorure et 3 atomes alcool, ou de 1 atome perchlorure et 1 atome alcool, et par conséquent la réaction qui donne l'éther n'est pas facilement assimilable, quant aux proportions, à celle qui donne lieu à la formation d'éther sulfurique par l'action de l'acide sulfurique hydraté sur l'alcool, en supposant, comme cela est généralement admis, que l'éther résulte de la décomposition d'un bisulfate d'éther hydraté ou alcool (acide sulfovinique).

La réaction par le perchlorure d'étain peut se formuler ainsi :

$2\,Sn\,Cl_4 + 3\,C_4\,H_{12}\,O_2 = 2\,C_4\,H_{10}\,Cl_2 + C_4\,H_{10}\,O + 2\,Cl_2\,H_2 + 2\,Sn\,O_2 + H_2\,O.$

Ou lorsqu'il se forme seulement de l'éther hydrochlorique :

$2\,Sn\,Cl_4 + 2\,C_4\,H_{12}\,O_2 = 2\,C_4\,H_{10}\,Cl_2 + 2\,Cl_2\,H_2 + 2\,Sn\,O_2.$

Si nous examinons ces réactions sous le point de vue de la théorie de l'oxide d'éthyle, en tenant compte des réactions successives, nous voyons que 2 atomes de perchlorure d'étain et 3 atomes d'hydrate d'oxide d'éthyle se décomposent en 1 atome d'oxichlorure d'étain hydraté, 2 atomes de chlorure d'éthyle et 1 atome d'oxide d'éthyle soit :

$2\,Sn\,Cl_4 + 3\,C_4\,H_{10}\,O + 3\,aq = Sn\,O_2,\,Sn\,Cl_4 + 3\,aq + 2\,C_4\,H_{10}\,Cl_2 + C_4\,H_{10}\,O.$

Et pour le second cas :

$2\,Sn\,Cl_4 + 2\,C_4\,H_{10}\,O + 2\,aq = Sn\,O_2,\,Sn\,Cl_4 + 2\,aq + 2\,C_4\,H_{10}\,Cl_2.$

Aux températures élevées, le $Sn\,O_2$, $Sn\,Cl_4$ se convertit en $2\,Sn\,O_2$, et $2\,Cl_2\,H_2$ par la décomposition de $2\,H_2\,O$.

§ 2. *Perchlorure de fer et alcool.*

L'alcool en contact avec le perchlorure de fer donne lieu à une grande élévation de température ; voici les résultats de l'action de la chaleur sur des mélanges de ces deux corps constitués en proportions différentes.

A

On mit en présence

	Atomes.	Poids.
$Fe_2\,Cl_6$...........	1	100
$C_4\,H_{12}\,O_2$.... ..	1	28,91.

Le mélange consistait en une masse épaisse à froid, un peu plus liquide à chaud.

A 90° l'ébullition a commencé et a donné de l'éther libre avec un peu d'acide hydrochlorique jusqu'à la température de 150° époque à laquelle il a passé beaucoup d'acide avec l'éther.

A 160° la matière dans la cornue était sèche; elle donna encore de l'éther et beaucoup d'acide.

A 170° le dégagement d'éther ayant cessé, il s'est échappé des torrents d'acide. Le résidu dans la cornue était sec ; il présentait un aspect cristallin et contenait encore une grande quantité de perchlorure de fer. La quantité d'éther obtenue dans cette expérience s'est élevée en volume à 73 d'éther pour cent d'alcool; l'éther était de l'éther hydrochlorique: la présence de l'éther sulfurique n'a pas pu être bien constatée.

B

On a mis en contact :

	Atomes.	Poids.
$F_2\ Cl_6$.........	1	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$......	2	57,82.

A 120° l'ébullition se manifeste un peu.

A 130° elle devient active et donne de l'éther hydrochlorique mêlé d'un peu d'éther sulfurique.

A 140° idem. Il distille en même temps une petite quantité de perchlorure de fer qui colore l'éther en jaune.

A 150° encore de l'éther.

A 155° la masse s'épaissit.

A 160° la masse est sèche, il commence à se dégager de l'acide hydrochlorique.

A 170° La matière dans la cornue est entièrement desséchée et ne donne plus que de l'acide hydrochlorique et un peu d'eau.

L'examen du résidu a fait connaître qu'il était composé de peroxide de fer et d'un petit excès de perchlorure de fer.

L'éther obtenu, agité avec de l'eau, s'est décoloré: c'était de l'éther hydrochlorique, mêlé d'un peu d'éther sulfurique, la quantité obtenue a été de 97 pour cent de la quantité d'alcool employée.

C

Une autre expérience a été faite avec

	Atomes.	Poids.
$F_2\ Cl_6$	1	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$	4	115,63

L'ébullition s'est manifestée à 75° et a donné de l'alcool pur jusqu'à la température de 140 à 145°, époque à laquelle de l'éther hydrochlorique et de l'éther sulfurique ont commencé à se produire;

A 150° $C_4\ H_{10}\ Cl_2$ et $C_4\ H_{10}\ O$;
A 160° id.
A 165° la masse s'épaissit et l'acide $Cl_2\ H_2$ commence à paraître;
A 170° peu d'éther, de l'acide hydrochlorique et de l'eau en petite quantité;
A 180° encore un peu d'eau et de l'acide $Cl_2\ H_2$ entraînant un peu de $Fe_2\ Cl_6$.

La quantité d'alcool séparée s'élève à 58,54; c'est assez exactement la moitié de la quantité employée; l'éther hydrochlorique mêlé d'éther sulfurique, obtenu dans le cours de l'opération, s'élève à 85 pour cent du volume de l'alcool qui est entré dans la réaction, non compris, par conséquent, la partie de ce corps séparée dans les premiers temps de l'opération, et dont les dernières portions ont entraîné une petite quantité d'éther qu'il a été impossible de séparer.

D

J'ai soumis à la distillation un mélange de perchlorure de fer hydraté avec de l'alcool; les réactions ont été à peu près les mêmes; il s'est dégagé d'abord de l'alcool en excès; vers 140°, il s'est formé de l'éther hydrochlorique mêlé d'éther sulfurique: ce dernier paraissait même en plus grande quantité qu'en opérant avec le perchorure anhydre; l'éther a distillé en mélange avec de l'eau; vers la fin de la réaction l'éther a passé chargé d'un peu d'huile douce de vin; enfin l'opération s'est terminée par un dégagement considérable d'acide hydrochlorique et de vapeur d'eau.

Dans une expérience faite en employant un grand excès de perchlorure de fer anhydre, l'alcool a été décomposé et il s'est dégagé de l'éther hydrochlorique dès que le mélange a été chauffé à 90°.

D'après les expériences dont je viens de décrire les résultats, les proportions les plus favorables à l'éthérification sont 1 atome perchlorure et 2 atomes alcool. Si l'on opère avec une plus petite quantité d'alcool, on n'obtient plus que de l'éther hydrochlorique sans éther sulfurique. La formation de ce dernier paraît facilitée par un peu d'eau. Les résidus provenant de la distillation des composés où il entre du chlorure anhydre consistent en peroxide de fer et souvent en excès de perchlorure de fer.

TABLEAU ***synoptique des résultats de l'action de la chaleur sur l'alcool en présence du perchlorure de fer.***

	Perchlore de fer en poids.	Alcool en poids.	Rapports atomiques des corps en contact $Fe_2 Cl_6 + C_4 H_{12} O_2$	Poids de l'alcool décomposé.	Éther en volume pour 100 volumes d'alcool décomposé.	OBSERVATIONS.
Expérience A	100	28,91	1 + 1	28,91	73	
» B	100	57,82	1 + 2	57,82	97	
» C	100	115,64	1 + 4	57,10	85	L'excès d'alcool a passé à la distillation avant l'éthérification.

Voici les équations qui me paraissent le mieux rendre compte des réactions produites dans les expériences qui concernent l'éthérification par le perchlorure de fer :

$$2\,Fe_2\,Cl_6 + 4\,C_4\,H_{12}\,O_2 = 3\,C_4\,H_{10}\,Cl_2 + C_4\,H_{10}\,O + H_2\,O + 3\,Cl_2\,H_2 + 2\,Fe_2\,O_3.$$

Et pour le cas où il ne se forme pas d'éther sulfurique :

$2\ Fe_2\ Cl_6 + 3\ C_4\ H_{12}\ O_2 = 3\ C_4\ H_{10}\ Cl_2 + 3\ Cl_2\ H_2 + 2\ Fe_2\ O_3$.

§ 3. *Perchlorure d'antimoine et alcool.*

Le perchlorure d'antimoine, en contact avec l'alcool absolu, donne lieu à une élévation considérable de température; le liquide se colore en brun et ne cristallise pas par refroidissement ; ayant soumis cette combinaison obtenue avec excès d'alcool à l'action de la chaleur, l'alcool s'est échappé d'abord, et vers la température de 140°, de l'éther hydrochlorique s'est produit en grande quantité, sans doute en mélange d'un peu d'éther sulfurique, mais je n'ai pas pu bien constater la présence de ce dernier éther. Le dégagement d'éther a cessé vers 170°, époque à laquelle il s'est formé beaucoup d'acide hydrochlorique. Dans le résidu il s'est trouvé de l'oxichlorure d'antimoine.

Dans une expérience faite avec un grand excès de perchlorure d'antimoine, l'éther hydrochlorique a commencé à se produire dès la température de 85°.

§ 4. *Chlorure d'arsenic et alcool.*

Il y a élévation de température par le contact de l'alcool absolu avec le chlorure d'arsenic; l'action de la chaleur sur ce mélange ne m'a pas paru donner lieu à l'éthérification, à 115° l'alcool a commencé à distiller, l'ébullition a cessé à 130° et n'a recommencé qu'à 180°, époque à laquelle il ne passait plus que du chlorure d'arsenic pur; il ne reste pas de résidu en quantité notable. L'éthérification par le chlorure d'arsenic a été admise par différents auteurs. Mes résultats tendent à infirmer cette opinion.

§ 5. *Chlorure de zinc et alcool.*

Lorsqu'on emploie le chlorure de zinc anhydre et l'alcool

absolu pour former la combinaison alcoolique, l'action de la chaleur sur ce composé ne donne pas aussi facilement de l'éther qu'en opérant avec les perchlorures d'étain et de fer, et ce n'est guère que de l'éther hydrochlorique que l'on obtient, tandis que lorsqu'on opère avec le chlorure légèrement hydraté, on obtient beaucoup d'éther sulfurique; il est à remarquer cependant que dans toutes les expériences que j'ai faites avec ce chlorure, j'ai toujours obtenu, et dans tout le cours des opérations, de l'éther hydrochlorique en même temps que de l'éther sulfurique. Je signale cette circonstance, parce que M. Masson, dans un récent travail, qui lui a permis de constater la formation de l'éther sulfurique, n'a obtenu aucune trace d'éther hydrochlorique.

§ 6. *Chlorure d'aluminium et alcool.*

La combinaison de ce chlorure anhydre avec l'alcool absolu s'effectue avec élévation de température; il en résulte un liquide visqueux, incolore ou jaunâtre.

En soumettant à la chaleur le produit préparé avec un excès d'alcool, l'alcool distille d'abord avec un peu de chlorure qui lui donne une odeur d'ail très-désagréable; vers 170°, le mélange dans la cornue se colore légèrement, et il se dégage de l'éther hydrochlorique jusqu'à une température de 200°, époque à laquelle il se forme beaucoup d'acide hydrochlorique. Le résidu dans la cornue contient de l'alumine en grande quantité.

III. ÉTHÉRIFICATION DE L'ALCOOL PAR LES FLUORURES.

§ 1. *Fluorure de bore et alcool.*

MM. Gay-Lussac et Thénard ont les premiers annoncé l'existence d'un éther formé par l'action du gaz fluoborique sur

alcool (1); depuis, M. Desfosses a constaté que l'éther produit était l'éther sulfurique (2). Ces chimistes n'ayant pas opéré sur de l'alcool complètement anhydre, et n'ayant pas tenu note des températures auxquelles l'éthérification commençait, j'ai pensé qu'il entrait dans le cadre de mes recherches de combler cette lacune. Je fis donc absorber du gaz fluoborique par de l'alcool absolu; la combinaison se produisit avec dégagement de chaleur, et le résultat fut un liquide incolore, fumant à l'air, ayant l'odeur du gaz fluoborique, odeur qui se perd par le contact de l'eau qui met l'alcool en liberté.

Voici les résultats de l'action de la chaleur sur ce composé.

A.

Il entra en ébullition à 80° et il distilla jusqu'à 135° un liquide incolore consistant dans la combinaison alcoolique, brûlant avec une flamme verte et une abondante fumée blanche, et laissant un résidu brun noirâtre. Les premières portions passées contenaient un peu de fluorure de silicium; aussi leur mélange avec l'eau laissa déposer un peu de silice en gelée transparente.

De 135° à 140°, il commença à distiller un composé liquide, incolore, brûlant également avec une belle flamme verte, en répandant une abondante fumée blanche, mais composé d'éther sulfurique et de fluorure de bore. Ce composé, en contact avec l'eau, perd son odeur acide et prend une odeur éthérée. Toutefois l'éther ne se sépare pas entièrement, et la séparation ne devient complète qu'en chauffant le mélange. L'addition d'une dissolution de potasse caustique donne lieu à un précipité gélatineux de fluorure de bore et de potassium.

La distillation du composé éthéré se poursuit jusqu'à 170°, époque à laquelle il passe une matière visqueuse qui s'attache au col de la cornue et qui paraît due à un commencement d'altération de l'éther. Dans la cornue il ne reste qu'une très-petite quantité de matière acide qui n'est qu'en partie soluble dans l'eau; la partie insoluble a un aspect

(1) *Recherches physico-chimiques*, II, 39.
(2) *Annales de chimie et de Physique*, XVI, 72.



gélatineux et paraît consister en silice provenant du fluorure de silicium entraîné par le gaz fluoborique lors de sa préparation. Ainsi, la réaction du fluorure de bore sur l'alcool présente une analogie frappante avec celle des chlorures éthérifiants : l'alcool passe en éther vers 140° ; mais cet éther ne se dégage jamais libre. Pour l'obtenir, il est nécessaire de décomposer la combinaison de fluorure de bore et d'éther par l'eau.

B

Dans une autre expérience, on a arrêté la distillation à 155°, alors qu'il s'était déjà distillé en grande quantité de la combinaison éthérée, sans mélange d'alcool. Le produit renfermé dans la cornue était resté presqu'incolore. Je désirai m'assurer si ce produit consistait encore en une combinaison d'alcool et de fluorure, ou si la transformation de l'alcool en éther avait déjà eu lieu; en conséquence, j'y ajoutai une dissolution de potasse caustique. Le mélange s'échauffa considérablement, et il se dégagea aussitôt une très-grande quantité d'éther. Je procédai à la distillation du mélange et j'obtins d'abord beaucoup d'éther; mais bientôt le dégagement d'éther a cessé, et il s'est distillé de l'alcool pur. Le résultat de cette expérience est remarquable en ce qu'il vient prouver que, dans ce cas d'éthérification, l'éther se forme dans la cornue avant son dégagement et par l'influence seule de la chaleur sur la combinaison alcoolique, qui passe à l'état d'une combinaison éthérée, par une soustraction d'eau qui donne naissance, suivant toute apparence, à de l'hydrofluate de fluorure de bore et à de l'acide borique. Quant à la production d'alcool qui a lieu vers la fin de la distillation, on peut l'expliquer par deux moyens. Cette formation peut être attribuée à la décomposition par l'eau et la potasse d'une partie du composé alcoolique qui n'aurait pas encore été transformé en combinaison éthérée, ou en second lieu à la transformation de l'éther en alcool au moment où l'éther est déplacé de sa combinaison par l'eau. Le composé d'éther sulfurique et d'acide fluoborique serait, dans cette dernière hypothèse, assimilé, sous le rapport de cette production d'alcool aux combinaisons d'éther sulfurique avec les acides organiques, lesquelles, comme on sait, donnent de l'alcool par la potasse.

On est facilement porté à adopter cette dernière opinion, mais on

se demande cependant pourquoi dans cette décomposition par l'eau une portion seulement de l'éther se dégage à l'état d'alcool. Les deux expériences suivantes viennent en outre jeter une grande incertitude dans la question et commandent une certaine réserve.

C

On opéra une distillation avec de l'alcool absolu saturé de gaz fluoborique. La combinaison était très-dense et un peu colorée en jaune. L'ébullition commença à 140° seulement et aussitôt la combinaison éthérée a distillé. On poussa la chaleur jusqu'à 160°, où elle fut maintenue quelque temps. On ajouta ensuite de l'eau au résidu resté dans la cornue, et aussitôt il s'est dégagé une grande quantité d'éther qui fut séparé par la distillation du mélange et l'on n'obtint pas une quantité sensible d'alcool. Les premières gouttes d'eau ajoutées ont déterminé la séparation d'un peu d'huile.

D

Dans le but d'étayer la dernière hypothèse d'un résultat confirmatif, j'ai décomposé par l'eau une combinaison d'éther sulfurique et de fluorure de bore préparée directement avec le gaz fluoborique et l'éther : le produit éliminé par la décomposition consistait en éther pur, il ne renfermait pas une trace d'alcool.

Il paraît difficile de se refuser à l'opinion que le composé éthéré n'est pas formé au moment du contact de l'alcool avec le gaz fluoborique, mais successivement et seulement à l'aide d'une température d'au moins 135 à 140°. Ce composé, formé par le fluorure de bore, se vaporise ensuite, mais il arrive une époque de la distillation où la cornue renferme un mélange de combinaison alcoolique et de combinaison éthérée.

Les résultats de l'éthérification de l'alcool par le perchlorure d'étain diffèrent de ceux obtenus avec le fluorure de bore, sous ce rapport que ce dernier corps éthérifiant ne donne pas d'éther libre, mais seulement une combinaison de fluorure de bore et d'éther, tandis que le perchlorure d'étain donne de

l'éther libre lorsque la quantité d'alcool est suffisante : mais une différence plus importante se remarque, c'est qu'après qu'il a distillé pendant quelque temps de l'éther ou de la combinaison éthérée de chlorure d'étain, le produit dans la cornue ne donne pas d'éther par l'eau ; dans une seule circonstance, au moment de l'addition de l'eau, j'ai senti une faible odeur éthérée. Par l'action de la chaleur sur le mélange aqueux, il distille de l'alcool, et nous venons de voir que lorsqu'on opère avec le gaz fluoborique, le produit renfermé dans la cornue peut être entièrement transformé en combinaison éthérée et ne donner que de l'éther. Voici la seule explication que j'aie pu trouver pour justifier cette différence : elle me paraît reposer sur le degré de volatilité des deux composés éthérés. Le perchlorure d'étain éthéré, préparé directement, se vaporise à 80°, tandis que le composé de fluorure de bore et d'éther préparé de même, ne distille que passé 135° et peut ne pas s'échapper aussi facilement dès qu'il est produit.

§ 2. *Fluorure de silicium et alcool.*

La propriété du fluorure de silicium de transformer l'alcool en éther, a été signalée par plusieurs auteurs ; cette opinion est-elle le résultat d'expériences directes et confirmatives, ou est-elle née de la grande analogie qu'il y a entre ce fluorure et le fluorure de bore : c'est ce que je ne saurais décider. J'ai fait avec le fluorure de silicium plusieurs expériences, en opérant de la même manière que j'ai opéré pour les expériences précédentes ; la dissolution alcoolique s'est toujours formée avec dégagement de chaleur ; le liquide est entré en ébullition à 80°, et a distillé sans altération ; la température a été successivement portée à 150 ou 160°, et le produit de la distillation a toujours été le même ; c'était le composé alcoolique sans altération, brûlant avec une flamme rou-

geâtre, en répandant d'abondantes vapeurs blanches, et donnant lieu à un dépôt de silice. Ce composé est décomposable par l'eau et mieux par une dissolution de potasse, donnant toujours de l'alcool, jamais une trace d'éther (1). Dans la cornue ne reste qu'une petite quantité de silice, dont la formation a été facilitée sans doute par quelques traces d'eau.

Les résultats de mes expériences me font douter qu'il ait jamais été obtenu de l'éther par l'action du gaz fluosilicique sur l'alcool. Il en est sans doute de cette production comme de celle d'un éther hydrofluorique indiqué par Schéele et Gehlen, et qui n'a pas été reproduit (2).

TROISIÈME PARTIE.

I. ÉTHÉRIFICATION DE L'ESPRIT DE BOIS PAR LES CHLORURES.

§ 1. *Perchlorure d'étain et esprit de bois.*

A

En premier lieu 1 atome de perchlorure d'étain et 1 atome esprit de bois anhydre, soit 100 perchlorure et 24 87 esprit de bois, avaient été mis en présence, mais une assez grande quantité de perchlorure d'étain étant resté libre et à l'état liquide, on a ajouté 1 atome esprit de bois.

Il a donc été employé

	atomes.	poids.
$Sn\,Cl_4$	1	100
$C_2\,H_8\,O_2$	2	49,74

(1) D'après une communication de M. Liebig, ce célèbre chimiste a également essayé en vain de produire de l'éther au moyen du fluorure de silicium.

(2) Je crois utile de noter, à l'occasion de ces diverses expériences sur l'alcool absolu, que la rectification de l'alcool du commerce au moyen de la chaux donne souvent un produit chargé de beaucoup d'ammoniaque, provenant sans doute de l'acétate d'ammoniaque entraîné lors de la distillation des vins, et que dès lors il devient nécessaire de procéder à une distillation de l'alcool ammoniacal, après saturation de l'ammoniaque par de l'acide sulfurique ou phosphorique. La distillation s'opérant au bain-marie, ces acides, alors même qu'ils seraient en assez grand excès, ne sauraient donner lieu à l'éthérification.

Ce mélange, soumis à l'action d'une température graduée, donne les résultats suivants :

A 90° un commencement d'ébullition se manifeste.

A 100° l'ébullition est forte, il se dégage de l'éther méthylhydrochlorique non condensable par le refroidissement à 0°.

A 120° il commence à distiller un peu d'un liquide incolore.

A 130° idem.

A 135° le liquide condensé jusqu'alors représentait 12 °/₀ du volume de l'esprit de bois employé; ayant été mêlé à l'eau, il s'en est séparé environ moitié en volume d'un liquide éthéré. Après la séparation de l'éther, le liquide aqueux a été mêlé à de la dissolution de potasse qui a saturé un peu d'acide hydrochlorique qui était dissous, et a précipité du peroxide d'étain provenant du chlorure entraîné à l'état de combinaison avec l'éther.

Le liquide éthéré obtenu ne bout que vers 60°; il est très-inflammable, et brûle avec une flamme blanche un peu verdâtre sur les bords. J'attribue cette teinte verte à un peu d'éther méthylhydrochlorique qu'il a retenu. Placé sur la main, il y détermine une forte sensation de froid.

A 140° la matière renfermée dans la cornue s'épaissit. L'ébullition se manifeste par de petits bouillons qui se présentent à l'œil, sous forme de perles irisées. Il se dégage beaucoup d'acide hydrochlorique.

A 150° $C_2 H_6 Cl_2 + Cl_2 H_2$.

A 160° idem idem.

Il s'est condensé encore jusqu'ici 7 °/₀ du volume de l'esprit de bois employé, d'un liquide qui, mélangé à son volume de dissolution de potasse, a laissé surnager 2 °/₀ du volume de l'esprit de bois d'éther méthylique liquide à la température ordinaire.

A 175° on avait encore recueilli un produit liquide qui, par son mélange avec une dissolution de potasse, a donné lieu

à un précipité d'oxide d'étain, et au dégagement d'un peu de vapeur d'éther méthylhydrochlorique, mais on n'a plus obtenu d'éther liquide.

Le résidu consiste en une masse brune boursoufflée, qui a cédé à l'eau beaucoup de protochlorure d'étain, mais il est resté une matière poisseuse insoluble, retenant encore une partie de ce chlorure.

B

On mit en présence :

	atomes.	poids.
$Sn\ Cl_4$.......	1	100
$C_2\ H_8\ O_2$.....	4	9[illegible],48

A 80° la masse liquide entre en ébullition ; il distille d'abord environ la moitié dė l'esprit de bois employé, sans une trace d'éther.

A 120° pas d'éther encore, la masse s'épaissit.

A 125° avec de l'espritde bois il distille un peu d'éther méthylique liquéfiable, et qui vient à la surface lorsqu'on étend d'eau le produit distillé ou qu'on y mêle une dissolution de potasse ; par cette dernière addition il se dégage aussi un peu d'éther méthylhydrochlorique en vapeur.

A 130° $C_2\ H_6\ Cl_2$ gazeux, et un peu d'éther liquide à la température ordinaire.

A 140° idem.

A 150° du produit condensé, il se sépare encore par l'eau un peu d'éther liquide ; ce produit contient beaucoup de chlorure et d'acide $Cl_2\ H_2$.

A 160° il ne passe plus d'éther ; le liquide qui distille contient du chlorure et beaucoup d'acide ; par son mélange avec l'eau il se sépare quelques gouttelettes d'huile.

Le résidu dans la cornue consiste, comme dans l'expérience précédente, en une matière poisseuse brune et en protochlorure d'étain.

C

Une autre expérience a été faite avec le perchlorure d'étain en employant les proportions suivantes :

	atomes.	poids.
$Sn\,Cl_4$.	1	100
$C_2\,H_8\,O_2$. . .	3	74,61

L'ébullition a commencé à 100°

Jusqu'à 125° environ, il s'est dégagé de l'esprit de bois, mais de 125 à 140°, l'esprit de bois était mêlé d'éther méthylhydrochlorique et d'éther méthylique séparable à l'état liquide par le mélange du produit condensé avec de l'eau.

A 145° éther méthylhydrochlorique et acide hydrochlorique.

A 155° éther méthylhydrochlorique; le bouillon prend un aspect irisé.

A 160° il se sépare du liquide condensé un peu d'un carbure huileux.

Le résidu contient du protochlorure d'étain.

D

On employa une plus grande quantité de perchlorure d'étain que dans l'expérience A.

L'ébullition eut lieu vers 110°

A 120° il passa un peu d'éther méthylhydrochlorique et de l'acide hydrochlorique.

A 130° il distilla une combinaison de perchlorure d'étain et d'éther méthylhydrochlorique cristallisant en tables rhomboïdales.

Cette distillation continua jusqu'à 180°; à partir de ce point il s'est formé beaucoup d'acide et un peu d'huile.

Il est à remarquer que dans cette distillation il ne s'est pas formé d'éther condensable à la température ordinaire. Si au moment où la combinaison éthérée cristallisable commence à distiller, on ajoute dans la cornue un peu d'eau, il y a une grande élévation de température et en continuant la distillation il se dégage beaucoup d'éther méthylhydrochlorique non condensable et un peu d'éther méthylique qui se sépare à l'état liquide du produit distillé lorsqu'on mélange ce dernier avec de l'eau.

§ 2. *Perchlorure de fer et esprit de bois.*

A

Il a été mis en contact:

	atomes.	poids.
$Fe_2 Cl_6$........	1	100
$C_2 H_8 O_2$.......	2	40,14

Le mélange s'est fait avec élévation de température, le liquide était épais, visqueux.

A 80° ébullition, dégagement d'éther méthylhydrochlorique non condensé à 0°, sans trace d'esprit de bois.
A 90° id., la matière s'épaissit.
A 100° vapeurs de $C_2 H_6 Cl_2$ avec un peu d'acide $Cl_2 H_2$.
A 110° id., id.
A 120° il commence à distiller un peu de liquide incolore.
A 130° id.

La quantité de liquide recueillie jusqu'ici s'est élevée à 15 °/₀ en volume de la quantité d'esprit de bois employée; l'addition d'un peu d'eau au liquide a fait séparer une matière éthérée moins pesante que l'eau, mais en petite quantité. Cet éther liquide a une odeur méthylique, s'enflamme facilement, même à une certaine distance, et brûle avec une flamme blanche; c'est le même produit que l'éther liquide obtenu par le perchlorure d'étain.

L'addition de la potasse au mélange aqueux en a chassé une grande quantité de vapeurs de $C_2 H_6 Cl_2$ retenu sans doute par de l'acide $Cl_2 H_2$.

La combinaison d'esprit de bois et de perchlorure de fer chauffée à 140° n'a plus donné que peu de $C_2 H_6 Cl_2$, mais beaucoup de $Cl_2 H_2$.

A 142° plus une trace d'éther.

On a recueilli encore successivement 33 °/₀ du volume de l'esprit de bois employé d'un liquide très-acide et ne contenant plus une quantité notable d'éther. Il s'en sépare seulement par l'eau des traces d'une huile jaunâtre. Le résidu chauffé jusqu'à 150° consistait en une masse grise d'apparence métallique, ne contenant plus de perchlorure de fer; il était formé de charbon et de protochlorure de fer pur.

B

Une autre expérience a été faite en employant les proportions suivantes :

	atomes.	poids.
$Fe_2 Cl_6$........	1	100
$C_2 H_8 O_2$......	4	80,28

L'ébullition a commencé à 80°.

Il a distillé d'abord de l'esprit de bois, et vers 120° un mélange d'esprit de bois et d'éther.

La quantité de liquide recueilli jusqu'à 120° s'élève en volume à 39,67 pour cent de la quantité d'esprit de bois employée : ce liquide mêlé avec son volume d'eau laisse séparer un peu d'un éther plus léger que l'eau et brûlant avec une flamme blanche ; la potasse ajoutée au mélange aqueux en sépare un peu de $C_2 H_6 Cl_2$ en vapeur.

A 130° il se dégage des vapeurs de $C_2 H_6 Cl_2$.

A 140° idem.

A 145° $C_2 H_6 Cl_2$ et $Cl_2 H_2$.

A 150° idem. A partir de 120 jusqu'à ce point le produit condensé représente 37,78 pour cent en volume de l'esprit de bois employé. C'est un liquide incolore qui, mêlé à l'eau, laisse séparer un peu d'huile qui vient à la surface ; la potasse sépare du liquide aqueux du $C_2 H_6 Cl_2$, qui paraît avoir été fixé par l'acide $Cl_2 H_2$.

A 155° l'éther diminue, l'acide augmente.

A 160° il ne se dégage plus que de l'acide et des traces seulement d'éther.

170° à 200°, acide et eau.

Le résidu dans la cornue était sec, d'une couleur grisâtre comme le précédent : tout le perchlorure de fer était transformé en protochlorure ; ce dernier était mêlé de beaucoup de charbon.

C

En opérant une distillation avec un grand excès de perchlorure de fer le mélange a commencé à bouillir à 50° et a donné de suite du gaz méthylhydrochlorique et de l'acide hydrochlorique ; l'acide

a successivement augmenté en quantité, à 160° il ne passait plus de gaz inflammable; à 250° l'acide était accompagné d'un peu d'huile. Il n'a pas été obtenu une trace d'éther liquide.

§ 3. *Perchlorure d'antimoine et esprit de bois.*

Le perchlorure d'antimoine a une action des plus énergiques sur l'esprit de bois, le mélange se colore et se met en ébullition, quoique le vase où il est produit soit entouré d'un mélange de glace et de sel marin.

Voici les résultats de l'action de la chaleur sur la combinaison constituée avec un petit excès d'esprit de bois :

A 75° l'ébullition commence, il passe un peu d'esprit de bois.

A 100° il se produit déjà des vapeurs de $C_2 H_6 Cl_2$ et un peu d'acide $Cl_2 H_2$. Les résultats sont les mêmes jusqu'à 160°; l'éther qui distille est combiné à du perchlorure d'antimoine et à de l'acide hydrochlorique. Ces combinaisons sont détruites, au moins partiellement, par un peu d'eau; de l'éther méthylique condensable à 0° vient nager à la surface.

A 160° il ne passe plus d'éther condensable à 0°, mais de l'éther méthylhydrochlorique gazeux et beaucoup d'acide hydrochlorique.

A 170° le liquide distillé, mêlé à de l'eau, donne lieu à la séparation d'un peu d'huile et il se forme de l'oxichlorure d'antimoine.

A 200° il ne passe que de l'acide hydrochlorique et du perchlorure d'antimoine combiné à un carbure huileux. Le résidu dans la cornue est formé en partie de protochlorure d'antimoine.

D'après tous ces résultats, l'action qu'exercent certains chlorures sur l'esprit de bois présente une analogie frappante avec celle exercée sur l'alcool; il se forme également deux éthers distincts lorsque le chlorure éthérifiant ne domine pas, et seulement de l'éther contenant du chlore lorsqu'il domine. Ces éthers se dégagent également le plus souvent à l'état de combinaison avec des chlorures, dont ils sont séparés par l'eau.

L'éthérification de l'esprit de bois a eu lieu généralement à des températures moins élevées que celle de l'alcool; quant au produit éthéré condensable à la température ordinaire, il se produit de 120 à 130°, et diffère essentiellement par une partie de ses propriétés de l'éther méthylique obtenu par l'action de l'acide sulfurique hydraté sur l'esprit de bois; peut-être est-ce un corps isomérique avec ce dernier, qui, d'après MM. Dumas et Boullay, n'est pas condensé encore à 16° — 0. L'examen de ce composé est loin d'être complété; je n'ai pu me livrer encore aux essais analytiques nécessaires pour être bien fixé sur sa nature.

Il est une circonstance à noter, c'est que toujours l'esprit de bois se colore par l'action des chlorures, ce qui n'a pas lieu avec l'alcool; on remarquera encore que toujours l'esprit de bois laisse après les distillations un résidu d'un aspect résineux, et, lorsqu'on opère avec le perchlorure de fer, du charbon en grande quantité. Enfin on remarquera encore que les chlorures sont tous ramenés à l'état de protochlorure, ce qui n'a pas lieu avec l'alcool.

II. ÉTHÉRIFICATION DE L'ESPRIT DE BOIS PAR LES FLUORURES.

§ 1. *Fluorure de bore et esprit de bois.*

L'esprit de bois anhydre, de même que l'alcool, absorbe une grande quantité de gaz fluoborique; le produit de cette dissolution est coloré en brun rouge, il fume à l'air et il s'en sépare lentement un peu d'une matière gélatineuse insoluble dans l'eau, mais soluble dans une dissolution de potasse caustique. Ce paraît être de la silice provenant d'un peu de fluorure de silicium, qui s'est dégagée en même temps que le fluorure de bore, la préparation de ce dernier ayant eu lieu par l'action de l'acide sulfurique sur le spath-fluor et l'acide borique.

Voici les résultats de l'action de la chaleur sur ce composé :

A 70° il se dégage quelques bulles de gaz fluoborique.
A 80° l'ébullition commence.
A 100° il distille une combinaison d'esprit de bois et de fluorure de bore.

Cette combinaison brûle avec une flamme verte; elle est décomposée par l'eau, et l'esprit de bois se sépare de sa combinaison, mais reste en dissolntion dans le liquide acide. Il se précipite anssi nn peu de silice.

A 130° il commence à se dégager des vapeurs non condensables à la température de 15°, mais condensable à 0°.

Ces vapeurs brûlent avec une flamme verte et répandent en brûlant une abondante fumée blanche, elles consistent en nne combinaison d'éther méthylique avec le flnorure de bore; on en sépare l'éther par l'action de l'eau, on mienx d'une dissolntion de potasse. L'éther isolé brûle avec une flamme blenc rongeâtre.

A 150° il distille une matière blanche gélatineuse et dn gaz éthéré lib re qui pent être liquéfié par nn mélange de glace et de sel marin.

De 160 à 170° le dégagement de vapeur éthérée diminne.

De 175 à 200 il distille une matière huileuse et une combinaison acide d'un blanc jannâtre et d'nn aspect gélatinenx, qui, par l'action de l'eau ou de la potasse caustique, donne lieu au dégagement d'nne grande quantité de vapeur d'éther méthylique.

§ 2. *Fluorure de silicium et esprit de bois.*

L'esprit de bois n'absorbe qne peu de gaz flnoborique. La chaleur dégage d'abord de cette dissolution du gaz flnosilicique libre, puis il distille une combinaison d'esprit de bois avec de l'acide fluosilicique. L'action de l'eau sur le composé distillé en sépare de la silice à l'état de gelée et de l'esprit de bois qui reste dissous. Le produit qui distille vers la température de 120° est nn pen coloré en jaune; par l'eau il donne de l'esprit de bois et pas d'éther. A 135° il distille encore un peu du composé d'esprit de bois coloré en fauve, et en même temps de l'huile sans éther; à 150° il passe du carbnre hnileux seulement.

Les résultats de cette expérience sont conformes à ceux observés en étudiant l'action du gaz fluosilicique sur l'alcool; ils tendent à nous confirmer dans l'opinion que le fluorure de silicium n'est pas susceptible de déterminer l'éthérification (1).

(1) La suite de ce travail se trouve à la fin du volume.

GÉOLOGIE.

DU BASSIN TERTIAIRE IMMERGÉ DE CAUNELLES,

PRÈS MONTPELLIER (HÉRAULT),

Par M. Marcel de Serres, membre correspondant.

La vallée de la Mosson ou de Caunelles est parcourue dans la direction du nord-ouest au sud-est et puis de l'ouest à l'est par la rivière de la Mosson, laquelle va se jeter dans le Lez, auprès de son embouchure dans la Méditerranée. Cette vallée, peu distante de Montpellier, a été dès 1724 signalée aux naturalistes par la découverte qu'Antoine de Jussieu y fit de débris d'hippopotame. Il reconnut d'autant mieux ces débris qu'il s'occupait pour lors, de concert avec Chirac, de l'hippopotame vivant. Les doutes qui pouvaient s'élever relativement à la détermination de ces débris se sont tout-à-fait évanouis, depuis que Cuvier en a rencontré parmi ceux recueillis par M. de Joubert, dans les environs de Montpellier, probablement dans la même vallée. Cependant, depuis MM. de Jussieu et de Joubert, aucun débris fossile d'hippopotame n'a été rencontré sur les bords de la Mosson. Cette circonstance peut tenir à ce que les fouilles qui ont été faites depuis cette époque, auprès des bords de cette rivière, ont eu lieu dans les marnes argileuses bleues subapennines, où les restes des mammifères terrestres sont des plus rares. Elles n'ont jamais eu lieu dans les sables marins, où ces restes sont cependant assez abondants dans les environs de Montpellier. C'est aussi probablement au milieu de ces sables qu'ont été trouvés les restes d'hippopotames dont

il est question. Aussi nous admettrons, avec Cuvier, l'existence de cette espèce sur notre sol, espèce sans doute contemporaine des éléphants, des rhinocéros, des mastodontes, des palæothérium et de tant d'autres pachydermes qui caractérisent d'une manière toute spéciale les terrains tertiaires immergés du midi de la France.

Le sol de la vallée de la Mosson appartient, dans toute sa partie supérieure, aux formations tertiaires émergées, tandis que, depuis la Paillade jusqu'à la mer, il dépend des formations tertiaires immergées. Les montagnes qui dépassent 200 ou même 100 mètres au-dessus du niveau de cette vallée, et qui lui sont plus ou moins rapprochées, se rattachent, les plus anciennes, aux formations jurassiques, et les plus récentes, à la craie compacte inférieure, dont la position géologique est analogue à celle de la glauconie crayeuse. Les corps organisés sont des plus rares dans les roches compactes qui dépendent de ces deux formations. Il est pourtant une exception fournie par une localité des environs de Montpellier, celle de La Vallette, laquelle se rattache à la vallée du Lez.

On y découvre en effet une grande quantité de Serpules, qui y sont accompagnées de Nérites, de Moules, de Limes, de Cythérées et de petites Huîtres, en général peu reconnaissables, la plupart brisées.

Quant aux collines que l'on voit dans certains points de la vallée de la Mosson, plus rapprochées de cette rivière que les montagnes dont nous venons de parler, elles se rattachent, dans la partie supérieure de cette vallée, aux formations tertiaires émergées. Il en est tout le contraire de celles que l'on aperçoit dans la partie inférieure; celles-ci appartiennent, comme le sol du vallon, aux formations tertiaires immergées.

Les premières se montrent intimement liées, dans les environs du village de Grabels, aux terrains volcaniques. Ces dernières formations ont soulevé en partie les couches d'eau douce, sans

pourtant se faire jour à travers la totalité de leurs masses. Nous ferons, du reste, connaître ailleurs les causes des relations qui existent presque généralement entre les formations volcaniques du centre et du midi de la France, et les formations d'eau douce émergées de ces mêmes contrées, tandis qu'il y en a si peu entre ces formations et les terrains tertiaires immergés.

Les formations tertiaires émergées de la partie supérieure de la vallée de la Mosson sont composées de marnes, de calcaire compacte et siliceux d'eau douce, de macignos solides et compactes et de silex pyromaques en rognons. Les calcaires compactes et marneux sont presque les seules roches dans lesquelles se trouvent des débris de corps organisés. Dans les premiers, on ne rencontre guère qu'une grande espèce de Pupa, le *Bulimus Hopii* (1), la *Ferussina lapicida*, et un *Planorbis*, voisin de l'espèce décrite par M. Brongniart, sous le nom de *Planorbis rotundatus*.

Ces coquilles sont à peu près les seules espèces des calcaires marneux d'eau douce; elles sont, du reste, bien plus abondantes que celles qui se trouvent dans les calcaires compactes que nous venons de décrire. Elles se rapportent à peu près uniquement aux Limnées et aux Planorbes. Parmi les espèces qui sont assez bien conservées pour être déterminables, nous citerons:

1.° *Physa Christolii*, Nobis.

---

(1) Faute de connaître la bouche de cette coquille, nous l'avions indiquée sous le nom d'*Achatina Hopii*; mais, depuis notre description, nous en avons rencontré des individus complets, et nous avons reconnu qu'ils se rapportaient non aux Achatines, mais bien aux Bulimes. Depuis la découverte de cette Ferussina, M. Dumas de Sommières en a trouvé deux autres espèces, l'une qui, à cause de sa grande taille comparée à celle de la *Lapicida*, pourrait être nommée *Gigas*, et l'autre, par une disposition contraire, serait très bien désignée par l'épithète de *Minuta*.

1.° *Limneus longiscatus?* Brongniart;
2.° *Limneus ovum?* Brongniart;
3.° *Limneus arenularius*, Brard et Deshayes;
4.° *Limneus*, espèce encore indéterminée.

1.° *Paludina*, petites espèces indéterminables;

1.° *Planorbis æqualis*, Nobis;
2.° *Planorbis rotundatus*, Brongniart;
3.° *Planorbis cornu*, Brongniart;
4.° *Planorbis minutus*, Nobis.

1.° *Helix Lemani*, Brongniart;
2.° *Helix*, d'autres espèces de la taille de l'*Helix Ramondi* de M. Brongniart.

Les formations tertiaires immergées qui, depuis la chaussée de la Paillade jusqu'à la Méditerranée, composent les basses collines qui entourent la vallée de la Mosson et le sol de cette même vallée, présentent une succession de couches assez remarquables. Les unes ne renferment que des débris organiques des eaux douces, et les autres, quoique évidemment marines, n'en recèlent pas moins des restes d'animaux et de plantes terrestres et fluviatiles. Quelquefois ces restes se montrent mélangés avec des produits de mer, ce qui prouve, avec l'alternance des couches d'eau douce et marines, que l'ensemble de ces formations se rapporte aux terrains tertiaires immergés, ces couches ayant été déposées dans le sein des eaux des mers.

S'il pouvait rester quelques doutes à cet égard, les détails dans lesquels nous allons entrer les leveraient certainement. Il n'en résulte pas moins que la partie supérieure de la vallée de la Mosson, depuis sa naissance jusqu'au ressaut que fait cette rivière au-dessus de la ferme de la Paillade, avait été abandonnée par les eaux des mers, antérieurement à l'époque où les dépôts d'eau douce ont été précipités. Il y a plus encore, cet

abandon avait déjà eu lieu lorsque les volcans de Valmahargues, ou ceux du vallon de Grabels, ont eu leurs dernières éruptions, puisque ces éruptions ont été postérieures à la précipitation de ces mêmes couches d'eau douce.

Quant à la partie inférieure de cette même vallée, le sol qui la compose appartient entièrement aux terrains tertiaires immergés, c'est-à-dire aux formations de cette époque qui, déposées dans le sein de l'ancienne mer, offrent des alternatives de dépôts fluviatiles et marins. Pour étudier ces terrains, nous allons les décrire tels qu'ils se présentent dans leur plus grande complication, tout en profitant des coupes du vallon de Caunelles.

Les parties les plus supérieures de ce vallon sont couvertes de dépôts diluviens quelquefois assez puissants. Ces dépôts sont formés par un limon rougeâtre principalement calcaire, dans lequel on voit disséminés de nombreux cailloux roulés, ou galets, presque généralement calcaires. Ces cailloux se rapportent principalement au calcaire jurassique et à la craie compacte inférieure; quelques-uns d'entre eux appartiennent aux calcaires marins ou d'eau douce tertiaires. Ces derniers, plus abondants à l'est de la rivière de la Mosson, s'y montrent accompagnés de quelques galets quarzeux, surtout dans les environs de Celleneuve.

La composition de ces dépôts diluviens annonce assez qu'ils n'ont rien de commun avec ceux qui ont recouvert la plaine de la Crau et sont venus se terminer à la Méditerranée, en suivant la rive gauche du Lez. Ces derniers, composés essentiellement de galets quarzeux et de grès verts, sont aussi connus dans le midi de la France, sous le nom de *terrains de grès*. Ces terrains y sont, du reste, renommés par l'excellente qualité de vins qu'ils produisent.

Au-dessous de ces dépôts diluviens, l'on observe des sables marins argilo-calcaires jaunâtres, mêlés de sables siliceux de

rivière. La puissance de ces sables est si variable qu'il est difficile de l'apprécier; tout ce que l'on peut dire, c'est qu'elle n'est pas au-delà de deux à trois mètres dans cette localité, tandis que dans d'autres localités des environs de Montpellier elle s'élève à plus de vingt-cinq mètres. Quoique moins exploités que ceux plus rapprochés de cette dernière ville, on y connaît déjà un assez grand nombre de corps organisés.

Parmi les mammifères terrestres, l'on ne peut guère y signaler que l'*Hippopotamus major*, le *Palæotherium aurelianense*, et le *Lamantin*, parmi les cétacés.

Des dents et des palais de Squales, de Raies, de Daurades (*Sparus aurata*) et d'Anarrhiques (*Anarrhichas lupus*) y signalent les poissons.

Les mollusques marins y sont un peu plus abondants, principalement et même presque uniquement les acéphales.

Nous y signalerons, parmi les coquilles univalves, quelques moules indéterminables de Turritelles et de Cérites, et parmi les bivalves, le *Solen vagina*, l'*Ostrea undata* et les *Pecten terebratulæformis*, *Monspeliensis*, *solarium* et *Tournalii*.

Les *Balanus tintinnabulum* et *miser* y signalent la présence des coquilles multivalves.

Ces sables marins reposent sur des bancs pierreux d'un calcaire à texture grossière, avec de nombreux cailloux roulés, quarzeux, et des infiltrations de chaux carbonatée cristallisée. Ce calcaire devient souvent sableux et chargé, par intervalle, d'un sable grossier qui ressemble assez à celui de rivière. Alors il ne fournit plus, comme la variété moins sablonneuse, des pierres de taille d'une grande dimension. Ces bancs calcaires, exploités comme pierres à bâtir, couronnent les hauteurs du vallon de Caunelles. On doit les rapporter au calcaire marin tertiaire supérieur, que nous avons désigné sous le nom de Calcaire moëllon, cette roche étant d'une formation plus récente que les bancs pierreux

marins inférieurs connus des géologues sous le nom de Calcaire grossier.

Le calcaire moëllon de Caunelles, comme celui de la plupart des localités du midi de la France, offre parfois, dans sa masse, des cailloux roulés d'eau douce; seulement ces cailloux n'y forment point, comme à la Gaillarde, de véritables lits; ils sont, au contraire, disséminés et épars dans la masse de ce calcaire. Le nombre des corps organisés y est des plus considérables; ces restes organiques y conservent peu leur têt, à l'exception pourtant des *Ostrea*, des *Anomia*, des *Pecten*, des *Balanus*, des *Scutella* et des *Serpula*. Il en est de même des coquilles que l'on observe dans la masse des calcaires d'eau douce, disséminés dans la pâte des calcaires marins. Ces coquilles, qui se rapportent à des *Planorbes*, à des *Pupa* et aux *Bulimus*, sont précisément les mêmes genres que ceux que l'on découvre dans les calcaires d'eau douce, inférieurs à ces bancs marins, dans cette même localité de Caunelles.

Quant aux espèces qui caractérisent les bancs pierreux marins, nous nous bornerons à en indiquer les genres, faute de pouvoir en reconnaître les espèces, le têt ayant presque toujours disparu.

Pour plus de simplicité, nous dirons que toutes les espèces de mammifères, terrestres et marins, et de poissons que nous avons indiquées comme se trouvant au milieu des sables marins, se revoient au milieu des calcaires moëllons de la vallée de Caunelles, à l'exception cependant de l'hippopotame.

COQUILLES UNIVALVES.

Nummulites, espèces indéterminées;
Lenticulites complanata;
Natica, plusieurs espèces;
Turbo, plusieurs espèces;

Trochus farinesi, *rotiferus*, et plusieurs autres espèces;

Turritella, de nombreuses espèces;

Cerithium, peu d'espèces. On sait que ce genre caractérise le calcaire marin inférieur, où abondent les individus qui s'y rapportent. Nos bancs pierreux tertiaires sont, au contraire, aussi pauvres en espèces de Cérites qu'ils le sont en individus.

Pyrula, plusieurs espèces.

Murex, plusieurs espèces.

Triton nodiferum et autres espèces.

Strombus, plusieurs espèces.

Callis saburon et autres espèces.

Eburna, plusieurs espèces.

Buccinum, plusieurs espèces.

Purpura, une espèce assez rapprochée de la *Purpura abbreviata* de Lamarck, et quelques autres.

Voluta citharella et d'autres espèces.

Conus, plusieurs espèces.

Haliotis Philberti. Depuis la découverte que nous avons faite de cette espèce, M. Pitorre en a découvert plusieurs autres dans les calcaires moëllons des environs de Montpellier.

Calyptræa, quelques espèces.

COQUILLES BIVALVES.

Outre les *Pecten* des sables, nous signalerons dans les calcaires dont nous nous occupons le *Pecten plebeius* (*Ostrea plebeia* de Brocchi) et peut-être le *Pecten pusio*.

Ostrea edulis et d'autres espèces indéterminables.

Anomia ephippium, *electrica*, et peut-être d'autres espèces.

Arca diluvii et quelques autres espèces.

Pectunculus pulvinatus et *nummarius*.

Modiola, probablement plusieurs espèces.
Mytilus arcuatus et autres espèces.
Cardium distans, rhomboïdes, scobinatum et d'autres espèces.
Tellina, *Cytherea*, *Venericardia* et *Venus*, plusieurs espèces distinctes.
Sanguinolaria.

MULTIVALVES.

Outre les deux *Balanus*, que nous avons cités comme se trouvant dans les sables, nous mentionnerons les *Balanus pustularis*, *patellaris* et *crispatus*, de Lamarck.

ANNÉLIDES.

Scutella subrotunda et *Faujasii*.
Millepora foliacea.

Au-dessous de ces bancs pierreux marins viennent les formations d'eau douce caractérisées par un calcaire peu tubuleux et presque compacte, peu chargé de corps organisés. Ces corps se rapportent à des moules intérieurs, lesquels ont signalé plusieurs genres de coquilles terrestres et fluviatiles, des *Helix*, des *Pupa*, des *Bulimus* et des *Planorbis*.

Ces bancs d'eau douce se montrent comme isolés au nord de la Mosson et peu au-dessus de son niveau. D'après leur position horizontale et leur direction en ligne droite, on les dirait comme formés par un courant qui se serait solidifié en place. Peu de marnes accompagnent ces calcaires, dont le niveau baisse sensiblement à mesure que leurs bancs se rapprochent de la rivière de la Mosson.

Ces calcaires d'eau douce reposent immédiatement sur des marnes calcaires jaunâtres et verdâtres, chargées d'une assez grande quantité de sable de rivière. Des huîtres en assez grand

nombre les accompagnent. A ces marnes en succèdent d'autres, qui paraissent plutôt fluviatiles que marines. Leur couleur est plus jaunâtre que celles qui leur sont immédiatement superposées; l'on y découvre des *Melanopsis lævigata* encroutées d'une sorte de glacis calcaire stalagmitique, ainsi que des *Paludina* de la taille au moins de la *Paludina achatina*. Des *Cyprina*, qui paraissent différer de la *Cyprina islandicoides* et surtout de la *Gigantea*, accompagnent ces espèces fluviatiles. Ces marnes offrent également d'autres concrétions semblables qui diffèrent cependant des précédentes par l'absence de moule ou de noyau intérieur. De nombreux cristaux de chaux sulfatée se trouvent également à la surface de ces marnes. Ces cristaux s'y forment continuellement par l'effet de décompositions locales.

Au-dessous de ces marnes, qui paraissent en grande partie fluviatiles, ou du moins fluvio-marines, l'on en découvre d'autres dont l'origine est marine. Ces marnes, d'une nature argileuse, sont généralement bleuâtres; beaucoup moins sableuses que celles qui leur sont superposées, elles offrent aussi une moindre quantité de sable de rivière. Elles ont, du reste, la plus grande analogie avec celles désignées par les géologues sous le nom de marnes bleues subapennines. Leurs lits sont puissants et presque sans aucun indice de fissure ou de séparation.

Cependant un calcaire d'eau douce en lits peu épais et dont les couches sont parfois recouvertes par des *Balanus* ou glands de mer, sépare ces marnes argileuses bleues en deux ordres, 1.° en supérieures, ce sont celles qui recouvrent ce calcaire, et 2.° en inférieures, celles-ci sont au contraire sous-posées à ce même calcaire. Cette couche d'eau douce offre peu de débris organiques; l'on n'y observe guère que des Limnées et des Planorbes. La plupart de ces coquilles ne conservent que leur moule intérieur; par conséquent elles sont à peu près indéter minables.

Au-dessous de ce calcaire d'eau douce, dont les couches

manquent parfois, l'on découvre des marnes argileuses brunâtres fluvio-marines avec de nombreuses coquilles terrestres, fluviatiles et marines, confusément mêlées. En outre, ces marnes offrent des lignites plus ou moins abondants et des graviers analogues à ceux que charrient nos fleuves et nos rivières. L'épaisseur de cette couche est peu considérable; elle n'est guère en effet au-delà d'un pied (0^m 33).

Cette couche si mince offre pourtant un assez grand nombre de coquilles terrestres, fluviatiles et marines. Les unes et les autres conservent leur têt et sont par cela même déterminables. Nous allons donc signaler celles que nous avons pu reconnaître. Les coquilles terrestres et fluviatiles y sont généralement beaucoup mieux conservées que les marines, dont on ne peut guère déterminer que les genres.

Nous indiquerons ces coquilles en les divisant par ordre d'habitation, et nous commencerons par celles dont les analogues vivent sur les terres sèches.

I. COQUILLES TERRESTRES.

1.° *Helix orgonensis*, Philbert (*Helix undulata*, Michaud). Notre espèce fossile a les plus grands rapports avec l'espèce vivante, qu'on trouve aujourd'hui en Provence.

2.° *Helix*, une autre espèce plus petite que la précédente, de la taille au plus de l'*Helix striata*. Si cette espèce, qui n'a que trois tours de spire, est adulte et complète, on pourrait la nommer *Helix brevispira*, à raison de cette particularité. Cette Hélice est plus rare que celle que nous avons rapprochée de l'*Helix orgonensis*.

3.° *Helix*, une autre espèce fortement carénée, de la taille de la première, et que l'on pourrait nommer, à raison de sa forme, *Helix carinata*.

4.° *Helix*, enfin une autre espèce très-voisine de l'*Helix Reboulii*, de Leufroy.

II. COQUILLES FLUVIATILES.

1.° *Limneus*, une espèce de la taille du *Limneus stagnalis*, mais pas assez entière pour être rapportée à une espèce précise.

2.° *Nerita picta*, Basterot.

3.° *Nerita fluviatilis*, Lamarck, ou du moins une espèce très-rapprochée de celle-ci.

4.° *Planorbis cornu*, Brongniart. Il est singulier de retrouver dans un lit fluvio-marin de nos contrées méridionales, intercalé entre de puissants dépôts marins, une espèce indiquée comme se trouvant dans les calcaires d'eau douce de Fontainebleau. (*Annales du Muséum*, tom. XV, pag. 371, pl. I, fig. 6.)

5.° *Planorbis subovatus*, Deshayes.

6.° *Paludina*, de petites espèces trop brisées pour être déterminables autrement que pour le genre auquel elles appartiennent.

7.° *Melanopsis lævigata*, Lamarck (*Melania buccinoidea*, Olivier). Cette *Melanopsis* est l'espèce la plus abondante avec l'*Helix orgonensis* et le *Planorbis cornu;* mais celle-ci se retrouve dans d'autres couches de ce bassin immergé, ce qui est d'autant plus remarquable qu'elle est la seule qui présente cette particularité.

III. COQUILLES FLUVIATILES BIVALVES.

1.° *Unio*, très-rapproché et de la taille de l'*Unio pictorum*.

2.° *Cyclas concinna*, Sowerby.

3.° *Cyclas gibbosa*, Sowerby.

Ainsi, dans la mince couche fluvio-marine, qui se trouve enclavée entre des marnes bien décidément marines, soit par les corps organisés qu'elles renferment, soit par la nature et l'espèce de leur pâte, l'on découvre des coquilles dont les unes

se rapportent à des races vivantes et les autres à des coquilles tout-à-fait perdues.

Ce mélange que nous présente le bassin immergé de Caunelles, comme tant d'autres bassins du même genre, prouve combien il est difficile de classer d'une manière exacte les dépôts tertiaires immergés d'après les seules considérations puisées dans les caractères zoologiques. Le rapport qui existe entre les corps organisés ensevelis dans ces terrains et ceux qui vivent maintenant, annonce seulement qu'à l'époque où ces corps ont péri, des circonstances analogues aux circonstances actuelles devaient également régner.

Mais vouloir que, parce que telle couche offre plus d'espèces que telle autre, elle soit plus récente, serait supposer que les lits fluvio-marins dans lesquels l'on découvre les espèces que nous venons d'indiquer, sont plus nouveaux que ceux qui les surmontent, ces derniers ne recélant que des races perdues. Cette conséquence serait, du reste, contraire à toutes les règles établies dans la chronologie géologique des dépôts de sédiment. N'oublions pas enfin que la perte d'une espèce tient autant à sa nature qu'aux circonstances dans lesquelles elle se trouve; car évidemment une espèce délicate succombera sous l'effet de causes qui seront sans influence sur celles dont la constitution sera robuste.

D ailleurs, comment sur des nombres nécessairement provisoires, puisqu'ils changent à chaque nouvelle fouille, ou qu'ils sont modifiés par des recherches plus exactes, trouver des données assez positives pour asseoir sur ces nombres les diverses époques de formations de telle ou telle couche ? Ces aperçus sont sans doute intéressants à observer, puisque par eux on peut, jusqu'à un certain point, juger de l'état de la surface du globe au moment où vivaient telles ou telles espèces dont les couches de la terre nous ont conservé les débris; mais vouloir, par ces seules considérations, établir mathématiquement

l'âge des différentes couches de terrains tertiaires, c'est aller beaucoup trop loin et dépasser réellement le but de l'utilité dont peuvent être les fossiles, pour l'appréciation des diverses époques de formation.

Du reste, en soumettant les dépôts tertiaires à ce genre d'épreuve, on a beaucoup trop perdu de vue que ces dépôts n'ont dû leur formation qu'à des circonstances locales et qu'ils n'ont pas été produits, comme les formations secondaires, sous l'influence de circonstances générales agissant sur une grande étendue. Or les limons et les troubles qui se forment maintenant au fond des lacs, des étangs et des eaux courantes sont-ils partout les mêmes dans leur nature chimique comme dans les espèces qui y sont entraînées ? N'y a-t-il pas, au contraire, les plus grandes différences entr'eux ? Cependant ces dépôts, comme ceux qui se produisent dans ce moment au fond des mers, sont évidemment de la même date; si pourtant on les classait uniquement d'après les débris des êtres vivants qu'ils contiennent, on serait obligé d'assigner à chacun de ces troubles des époques de formation différentes, époques caractérisées, par des espèces particulières et bien distinctes les unes des autres. N'est-il pas enfin d'observation vulgaire pour ceux placés auprès des côtes, que les mers ne nourrissent pas à toutes les époques de l'année les mêmes espèces, et que souvent telle espèce, extrêmement abondante pendant un certain nombre de mois, disparaît ensuite d'une manière presque complète? Or, comment tenir compte, par les fossiles, de cet ordre, qui ne doit pas être très-différent de celui qui avait lieu dans la période tertiaire, puisque cette période nous offre une grande quantité d'espèces analogues ou même semblables à nos races vivantes.

Si nous ajoutons à toutes ces causes celles qui résultent pour les bassins tertiaires immergés de la diversité des mers, dans lesquelles les formations tertiaires ont été déposées, l'on saisira facilement comment les caractères zoologiques de ces formations

pourront être différents, quoique les unes et les autres se rattachent à une seule et même époque. Cette dissimilitude dans les caractères zoologiques n'est pas moins considérable lorsqu'on l'étudie relativement aux troubles ou aux limons des fleuves, des lacs ou des étangs des diverses contrées, même dans ceux qui ont été précipités pendant le même espace de temps.

Aussi, lorsqu'on observe sans idée préconçue les bassins tertiaires immergés, on s'aperçoit bientôt combien le dépôt des couches qui s'y trouvent a été dû à des circonstances locales, et agissant d'une manière d'autant plus partielle que ces couches n'ont généralement pas une grande étendue. Ces bassins, même les plus rapprochés, n'ont aucune similitude entre la nature et la succession de leurs dépôts considérée dans un ordre déterminé, comme dans les espèces fossiles que l'on y découvre. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer le bassin tertiaire immergé de Caunelles, que nous décrivons, avec ceux de la Gaillarde et de Boutonet, qui se trouvent également dans les environs de Montpellier et à des intervalles peu distants les uns des autres. Les mêmes différences se font remarquer entre ces derniers bassins et ceux des environs de Pézenas et de Béziers. La diversité est si grande que, quoiqu'il n'y ait entre ces divers bassins qu'une distance horizontale de quelques lieues, il n'y a pas deux couches identiques et parfaitement semblables pour la nature et l'ordre des dépôts, comme pour l'espèce des corps organisés qu'elles renferment. Cette dissimilitude, sensible lorsqu'on étudie avec détails les terrains tertiaires immergés, semble dépendre de ce qu'à l'époque où les couches de ces terrains ont été précipitées, les circonstances qui agissent aujourd'hui s'exerçaient alors et avec d'autant plus de force que les climats, quoique déjà très-diversifiés, n'avaient pas encore la fixité et la régularité qu'ils ont acquises maintenant.

Les lits de marnes fluvio-marines noirâtres, que l'on voit à

Caunelles accompagnés de lignite ainsi que de coquilles terrestres, fluviatiles et marines, forment, avec des calcaires d'eau douce compactes, une espèce de ligne de séparation entre les masses de marnes bleues essentiellement marines. Les couches de ces marnes que l'on voit inférieures aux lits à lignite, comme aux calcaires d'eau douce, ne diffèrent en rien des couches supérieures, ni par leur nature, ni par celle des corps organisés qui s'y trouvent. En effet, dans les unes comme dans les autres, on découvre les espèces suivantes :

I. MAMMIFÈRES MARINS DE L'ORDRE DES CÉTACÉS.

1.° Lamantins.

II. POISSONS.

2.° Des dents de Squales d'espèces différentes de celles que l'on voit ensevelies dans les sables marins, et des palais de Raies.

III. MOLLUSQUES. — COQUILLES UNIVALVES.

Nerita Plutonis, Basterot ;

Bulla, assez rapprochée de l'*Ampulla* de Lamarck ;

Turritella rotifera, Lamarck. Cette espèce, dont nous ne connaissons pas la bouche, a quelques rapports avec une Mélanie vivante, qui, comme elle, est garnie dans sa longueur de grandes carènes droites et distinctes qui ressemblent à des roues écartées l'une de l'autre. A raison de cette singulière conformation, nous avons nommé cette espèce *Melania rotifera*. Les rapports qui existent entre notre Mélanie, qui vit aujourd'hui dans les fleuves du Chili, et la *Turritella rotifera* de Lamarck, ne s'étendent pourtant pas jusqu'au genre. En effet, quoique nous ne possédions point de bouche complète de cette dernière, nous ne voyons pas qu'elle ait les caractères des Mélanies, et par exemple, ceux

qui dérivent de l'inégalité des tours et de leur diminution brusque et rapide. La *Turritella rotifera* n'est point, comme nos Mélanies, renflée vers sa base, renflement qui en rend les tours extrêmement inégaux relativement à leur largeur.

Il paraît donc que c'est à juste raison que Lamarck a placé l'espèce fossile dont nous nous occupons avec les Turritelles, et que la seule coquille qui ait des tours disposés comme les siens est une véritable Mélanie, dont l'habitation dans des eaux douces est différente de celle particulière aux Turritelles.

Cerithium cinctum, Bruguière;
Cerithium marginatum, Bruguière;
Cerithium sulcatum, Bruguière;
Cerithium plicatum, Bruguière;
Cerithium lima, Bruguière;
Cerithium papaveraceum, Basterot;
Pyrula transversalis, Nobis;
Triton Chlorostoma, Lamarck.

COQUILLES BIVALVES.

Perna maxillata, Lamarck;
Pecten pusio, Lamarck;
Pecten pusioides, Nobis;
Ostrea flabellula, Lamarck;
Ostrea crenulatæformis, Nobis;
Ostrea anomialis, Lamarck;
Ostrea ?
Anomia ephippium, Brocchi;
Anomia cepa, Lamarck;
Anomia sinistrorsa, Nobis;
Anomia electrica, Lamarck;
Arca diluvii, Brocchi.

Outre ces espèces, que nous avons trouvées assez entières dans ces marnes, pour être rapportées à des espèces bien déterminées, il est une foule de bivalves dont on peut à peine reconnaître les genres. Ces coquilles se rapportent aux *Mytilus*, aux *Cardium*, aux *Tellina*, aux *Lucina*, aux *Cytherea*, aux *Venus*, aux *Donax* et aux *Solen*.

COQUILLES MULTIVALVES.

Balanus tintinnabulum, Lamarck.

ANNÉLIDES.

Serpula, mais pas assez bien conservés pour être déterminables.

Nous n'avons encore aperçu dans les marnes argileuses bleuâtres de Caunelles aucun débris de crustacés et de zoophytes. Quant aux plantes que l'on y découvre, elles sont trop brisées pour pouvoir être déterminées. Tout ce que l'on peut en dire, c'est que la plupart se rapportent à des végétaux dicotylédons.

Au-dessous comme quelquefois au-dessus des marnes brunâtres à coquilles terrestres et fluviatiles, l'on observe des calcaires d'eau douce plus ou moins compactes en bancs peu puissants, alternant avec les marnes argileuses bleues. Ces calcaires d'eau douce doivent, indépendamment de leur position au milieu des couches marines, avoir séjourné dans le lit de l'ancienne mer, puisque certains d'entr'eux se montrent, ainsi que nous l'avons déjà fait observer, recouverts par des glands de mer (*Balanus*). Ces glands de mer se rapportent à des espèces assez grandes; mais ils ne sont pas assez entiers pour être assimilés à une espèce précise. M. de Christol, auquel la science doit la découverte d'un assez grand nombre de faits intéressants, est le premier qui s'en est aperçu. Les conséquences de cette

observation sont si faciles à déduire qu'il est inutile d'y insister davantage.

Du reste, il est remarquable que ces calcaires, ainsi engagés au milieu de formations marines puissantes, ne recèlent pas dans leur masse des produits de mer. Toutefois la surface de certaines couches de ces calcaires est recouverte par des corps marins, dont la présence annonce assez dans le sein de quel liquide ils ont été déposés.

Tel est l'ensemble des terrains tertiaires immergés de la vallée de Caunelles, ces terrains qui, depuis cette vallée, s'étendent sans interruption jusqu'à la Méditerranée pendant l'espace d'environ deux lieues. C'était donc dans cette direction tout l'espace que cette mer occupait pendant la période tertiaire; car au-delà de la chaussée de la Paillade, l'on ne découvre aucun produit marin qui puisse être rapporté à cette période. Du reste, la Méditerranée ne devait pas, à cette époque, s'écarter beaucoup de son lit actuel sur tout le littoral, depuis Montpellier jusqu'à Colioure. En effet, les bassins tertiaires immergés les plus éloignés de la Méditerranée ne se montrent guère dans toute cette étendue à plus de six lieues de cette mer; encore ceux-ci appartiennent-ils à des bassins que parcourent de grands fleuves, comme est celui de l'Hérault, par exemple. Du reste, c'est toujours dans les vallées parcourues par les grands fleuves, comme est celle du Rhône, que les terrains tertiaires immergés s'éloignent du lit des mers.

Il n'en est pas de même des terrains tertiaires émergés; ceux-ci s'en écartent bien autrement. Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler que c'est à de pareils terrains que se rapportent les bassins tertiaires du plateau central de la France.

Ces derniers présentent cela de remarquable, dans les environs de Montpellier, d'avoir été soulevés postérieurement aux dernières éruptions des volcans éteints, puisque les laves lancées par ces éruptions les ont dérangés dans leur position. Mais cette

cause de soulèvement n'a agi que dans les lieux où les formations émergées se trouvaient liées ou en contact avec les formations volcaniques. Ailleurs le redressement de leurs couches a été opéré par la craie compacte inférieure, sur laquelle ces couches s'appuient d'une manière immédiate. C'est ce que l'on voit d'une manière bien claire pour les formations tertiaires émergées du bassin d'Assas et de plusieurs autres localités du midi de la France.

Quant aux formations marines tertiaires des contrées méridionales, elles sont également assez souvent dérangées dans leur niveau et plus ou moins inclinées, ce qui indique qu'elles ont aussi été soulevées. Dès lors, les formations d'eau douce ayant été plus ou moins bouleversées, leurs lits étant assez généralement inclinés, aussi bien ceux qui se trouvent dans des bassins émergés que ceux que l'on voit dans des bassins immergés, il faut que la craie compacte inférieure ait été soulevée depuis le dépôt de ces formations et même depuis la précipitation de la plupart des terrains marins tertiaires méditerranéens. Nous disons la plupart, car nous sommes loin d'être certain que le soulèvement de la craie ait eu lieu généralement après la précipitation de la totalité des formations immergées, comme il a été produit après celle des formations émergées. S'il en était ainsi, ce serait une preuve de plus à ajouter à toutes celles qui nous font présumer que l'âge des formations immergées des contrées méridionales est plus récent que celui de la plupart des formations tertiaires émergées.

Les faits que nous venons d'exposer auront certainement prouvé qu'il existe de grandes différences entre les formations immergées et émergées. Ces différences tiennent surtout à l'absence totale de tout corps ou produit marin dans les bassins où ont été précipitées les dernières formations.

Les mêmes faits semblent également annoncer que les différents dépôts immergés ont été produits, assez généralement,

après les émergés, et dans des bassins qui étaient encore occupés par les eaux des mers, eaux qui avaient, au contraire, abandonné pour toujours les bassins où avaient lieu les dépôts émergés.

En général, les couches d'eau douce que l'on découvre dans les bassins immergés doivent plutôt leur origine à des eaux courantes qu'à des eaux stagnantes ; il en est tout le contraire de ces formations qui se trouvent dans les bassins émergés. Les premières sont donc le plus généralement des formations fluviatiles, tandis que les secondes sont le plus ordinairement des formations lacustres. La cause de cette différence réside, ainsi qu'il est aisé de le juger, dans la manière dont ces diverses couches d'eau douce ont été produites.

L'intérêt que présente la description de chacun des bassins tertiaires, soit immergés, soit émergés, des contrées méridionales de la France, nous portera à publier celle des principaux de ces bassins. Ces descriptions partielles, que l'on peut considérer, en quelque sorte, comme des monographies géologiques, feront mieux saisir les faits et les rapports d'ensemble que nous tracerons plus tard.

L'importance du travail que l'on vient de lire est, du reste, facile à saisir. En effet, d'une part, il sert à prouver que les terrains tertiaires sont de deux ordres: les uns offrant un mélange de productions des eaux douces et salées, et les autres étant sans aucune trace de productions ni de dépôts marins. De là s'induit la nécessité de distinguer les terrains tertiaires en formations immergées et en émergées.

Les premières ont été déposées dans le sein des mers ; dès lors, les roches et les productions des eaux douces que l'on y rencontre ont dû y être transportées par les fleuves qui s'y rendaient. Les secondes, précipitées, au contraire, lorsque déjà les mers s'étaient retirées du sol que les formations émergées ont recouvert, ne retiennent, par conséquent, aucun

débris ni aucune sorte de dépôt marin. Il est donc bien essentiel, dans l'étude des terrains tertiaires, de distinguer ces deux ordres de formations, puisque les circonstances de leurs dépôts ont été si différentes.

Enfin, l'étude des débris organiques, que l'on rencontre dans les terrains immergés ou fluvio-marins de la vallée de la Mosson, nous a également conduit à quelques observations générales, qui ne sont pas non plus sans importance pour la distinction des âges des diverses couches qui les composent. On a pu saisir, d'après les observations que nous avons faites à cet égard, combien il est contraire aux faits, d'après la marche ordinaire des dépôts qui se forment tous les jours, de donner aux caractères zoologiques une influence absolue, relativement à l'âge des diverses couches tertiaires dans lesquelles on les rencontre.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Coupe géologique de la vallée de la Mosson, près Caunelles et Celleneuve, environs de Montpellier (Hérault).

Cette coupe est prise du sud an nord, passant par le château de Caunelles et se terminant à la métairic de Foucaude.

Fig. 1. Diluvium ou dépôts diluviens.
2. Sables marins tertiaires.
3. Calcaire moëllon ou calcaire marin tertiaire supérieur.
4. Calcaire d'eau douce compacte, avec ***Bulimus, Hélix*** et ***Pupa.***
5. Marnes fluvio-marines argilo-calcaires jaunâtres et verdâtres, avec huîtres.
6. Marnes fluvio-marines jaunâtres, avec ***Melanopsis, Paludina*** et ***Cyprina.***
7. Marnes fluvio-marines bleuâtres, alternant avec un calcaire d'eau douce en lits peu épais, avec ***Balanus.***
8. Marnes argileuses flnvio-marines brunâtres, avec coquilles terrestres, fluviatiles et marines confusément mêlées.
9. Calcaire d'eau douce en bancs puissants, alternant avec les marnes argileuses bleues inférieures et marines.
10. Marnes argileuses marines bleues et inférieures. Ces marnes alternent parfois avec des calcaires d'eau douce jaunâtres, ainsi que l'indique la coupe que nons donnons de l'ensemble des formations tertiaires de la vallée de la Mosson.
11. Craie compacte inférieure grisâtre.

HISTOIRE NATURELLE.

CRYPTOGAMIE.

NOTICE SUR QUELQUES CRYPTOGAMES INÉDITES RÉCEMMENT DÉCOUVERTES EN FRANCE ET QUI VONT ÊTRE PUBLIÉES EN NATURE DANS LA PREMIÈRE ET LA SECONDE ÉDITION DES PLANTES CRYPTOGAMES DE FRANCE,

SUIVIE

DE REMARQUES SUR PLUSIEURS ESPÈCES DÉJA CONNUES, QUI SERONT AUSSI PUBLIÉES DANS LE MÊME OUVRAGE ET QUI N'ONT PAS ENCORE ÉTÉ MENTIONNÉES DANS LES FLORES DU ROYAUME,

Par l'Auteur, J.-B.-H.-J. DESMAZIERES, membre résidant.

HYPHOMYCETES.

1. BOTRYTIS TILLETTEI, Nob. Pl. crypt., N.º 926.

Floccis fertilibus ramosis, fulvis; ramulis brevissimis, verticillatis; sporulis subglobosis. Habitat in Muscis.

Nous dédions cette espèce nouvelle à notre zélé correspondant, M. Tillette de Clermont, qui l'a observée à Cambron, près d'Abbeville. Nous l'avons aussi rencontrée plusieurs fois dans les taillis des environs de Lille, où elle n'est pas rare, en automne, sur la mousse et quelquefois sur d'autres plantes vivantes. Ses ramifications en verticilles la rapprochent du genre *Stachylidium*.

2. Sporotrichum foliorum (*Brassicæ*), Nob. Pl. crypt., N.° 927.

Thallo tenui, rotundo; floccis ramosis, albis, tenerrimis, adpressiusculis, laxis; sporulis ovoideis, albis. Hab. in foliis Brassicæ oleraceæ.

Nous avons observé ce *Sporotrichum*, en hiver, sur la feuille du Chou cultivé. Il attaque particulièrement sa face inférieure et forme de petites taches blanches, arrondies, de 2 à 5 millimètres. Il est souvent mêlé au *Cladosporium herbarum.*

3. Fusisporium album, Nob. Pl. crypt., N.° 929.

Acervulis parvis, sparsis, passim confluentibus; filamentis paucis, tenerrimis, evanidis; sporidiis ellipsoideis vel fusiformibus, minutis, albis, subconglutinatis. Hab. in foliis vivis Quercuum.

Cette espèce nouvelle se développe, en automne, à la face inférieure des feuilles encore vivantes du Chêne. Ses sporidies, qui ne se séparent pas facilement dans l'eau, sont hyalines et assez inégales en grandeur : les plus longues ont à peine 1/100 de millimètre. Nous l'avons trouvée plusieurs fois dans le nord de la France, et notre correspondant, M. Roberge, nous en a adressé des échantillons innominés qu'il avait recueillis dans le Calvados. Nous en possédons aussi un échantillon reçu de Leipzig, sous le nom de *Fusidium candidum*, mais il n'est pas possible de rapporter notre espèce à celle de Link et encore moins au *Fusidium candidum* de Friès.

4. Fusisporium urticæ, Nob. Pl. crypt., N.° 930.

Acervis tenuibus, maculæformis, rotundis, sparsis, passim confluentibus; filamentis paucis, tenerrimis, evanidis; sporidiis copiosis, rectis, fusiformibus, magnis, griseo-albis. Hab. in foliis vivis Urticæ dioicæ.

Ce *Fusisporium* très-remarquable se trouve, en été, à la face inférieure des feuilles vivantes de l'Ortie dioïque. Les macules qu'il forme sont nombreuses, d'un gris blanchâtre et de 2 à 5 millimètres de diamètre. Il arrive quelquefois que, par leur réunion, la feuille en est presque entièrement couverte. Les sporidies sont hyalines, très-inégales en grandeur; les plus longues ont de 1/40 à 1/50 de millimètre. Elles sont deux fois plus grosses que celles des *Fusisporium griseum* et *flavo-virens*, plus renflées vers le milieu et plus fusiformes, sans néanmoins être terminées en pointes aiguës. Nous en avons aussi observé qui étaient ovoïdes.

CONIOMYCETES.

5. Uredo leguminum, Nob. Pl. crypt., N.° 934.

Acervis rotundis, solitariis, maximis, epidermide ruptâ cinctis. Sporulis ovoïdeis, pedicellatis, fuscis. Ad legumina Phaseolorum. Autumno.

Malgré notre répugnance à augmenter la liste déjà si considérable des Urédos, nous n'avons pu nous empêcher, par ses caractères, d'élever celui-ci au rang d'espèce. Nous l'avons observé pour la première fois au mois d'octobre de l'année dernière, dans notre potager, à Lambersart. Ses sporules sont semblables à celles de l'*Uredo Phaseolorum*, De C.; mais il s'en distingue parfaitement par ses très-grosses pustules solitaires et qui n'ont pas moins de 4 à 6 millimètres de diamètre.

6. Septoria anemones, Nob. Pl. crypt., N.° 940.

Epiphylla. Maculis oblongis, viridi-griseis, in ambitu brunneis. Pseudoperidiis innatis, numerosis, fusco-nigris, minutissimis, poro seu ore apertis. Sporidiis linearibus, aliis rectis, aliis subcurvatis; sporulis 6-8, globosis. In foliis languescentibus Anemones nemorosæ. Maio.

Les sporidies ont 1/40 de millimètre de longueur. Quant aux sporules globuleuses qu'elles renferment, leur observation est une des plus difficiles du microscope : leur transparence les rend souvent invisibles, et ce n'est qu'après bien des essais infructueux et en modifiant les différents degrés de lumière, que nous sommes parvenus à constater leur existence, leur forme et leur nombre, qui varie de six à huit.

GASTEROMYCETES.

7. Geaster fimbriatus, Fr. Syst. myc. III, p. 16. — Nob. Pl. crypt., N.º 956.

Geaster major, umbilico fimbriato, Mich. Gen. — Lycoperdon Geaster, Batsch, Elench.

Cette très-belle espèce, que l'on confond souvent avec le *Geaster rufescens*, a été trouvée, en été et en automne, sur la terre, sous des sapins, dans un parc aux environs de Caen. Nous devons les échantillons qui enrichissent le fascicule XX de notre collection cryptogamique, aux soins de M. Roberge, et nous signalons ici cette espèce, parce qu'elle ne figure encore dans aucune Flore de France.

8. Perisporium vagans, Nob. (*Spirææ hypericifoliæ*), Pl.crypt., N.º 958.

Hypophyllum, sparsum, superficiale-adnatum, orbiculatum, planiusculum, fusco-nigrum. Sporulis minutissimis, globosis, hyalinis. In foliis plurimarum plantarum herbacearum. Autumno.

Le *Perisporium vagans* se rencontre à la face inférieure des feuilles d'un grand nombre de plantes herbacées, mais par sa petitesse, qui ne permet pas de le distinguer à la vue simple, il est resté inconnu jusqu'à ce jour.

9. PERISPORIUM VAGANS, Nob. (*Iridis*), Pl. crypt., N. 959.
Perisporium Iridis? Fr. Syst., myc. III, p. 249.

On trouve cet état du *Perisporium vagans*, dans le nord de la France, en automne, sur les feuilles vivantes ou mourantes de l'*Iris germanica.* Nous ne pensons pas qu'il puisse être rapporté au *Perisporium iridis* que Fries a décrit sur un échantillon sec provenant de l'Amérique septentrionale, parce que ce dernier doit avoir le spéridium globuleux.

PYRENOMYCETES.

10. SPHÆRIA MONADELPHA, Fr. Syst. myc. II, p. 382. — Nob. Pl. crypt., N.º 961.

Notre savant ami Léon Dufour a trouvé cette belle et rare espèce sur des rameaux de Jasmin. Nous lui devons les échantillons qui figurent au N.º 961 des *Plantes cryptogames de France.* Cette Sphérie n'est encore signalée dans aucune Flore du royaume, et c'est son absence dans les ouvrages français qui nous la fait mentionner ici.

11. SPHÆRIA ELONGATA, Fr. Obs. myc. I, p. 175. — Ejusd. Syst. myc. II, p. 422. — Duby, Bot. Gall., II, p. 693. — Berk. Brit. Fung., p. 255. — Nob., Pl. crypt., N.º 964.

Nous croyons devoir faire ici une remarque sur cette espèce dont il existe plusieurs variétés. Suivant des échantillons que nous avons reçus de Persoon, et qu'il a également adressés à plusieurs de ses correspondants, ce Mycologue aurait quelquefois confondu le *Sphæria elongata* avec son *Sphæria fuliginosa.* Il est douteux que cette dernière espèce ait été trouvée par Chevallier sur le Robinia : elle se développe ordinairement sur le *Salix caprea*, et nous pensons que la Pyrénomycète de l'auteur de la Flore des environs de Paris est le *Sphæria elongata*, peut-être même le *Sphæria anomia.*

12. Sphæria thelena, Fr. in Kunz. Myk. II, p. 36. — Scler. Suec.! N.° 49. — Ejusd. Syst. myc. II, p. 441. — Nob. Pl. crypt., N.° 971.

Quoique cette espèce ne soit pas encore indiquée dans les Flores françaises, nous la rencontrons fréquemment au bas des tuteurs dans les jardins et généralement sur le bois pourri. Par la grandeur, la forme et la consistance membraneuse et fragile de ses périthécium, elle ressemble beaucoup au *Sphæria mammæformis*, avec lequel elle est souvent confondue. On l'en distingue principalement par ses sporidies et, dans le jeune âge, par la présence d'un *subiculum* tomenteux. Quant à la villosité blanche qui couronne parfois quelques ostioles du *Sphæria thelena*, et que Fries fait entrer dans les caractères de cette espèce, on la rencontre dans plusieurs autres Sphéries, et elle n'est autre chose que l'*Aspergillus candidus*.

13. Sphæria rostrata, Fr. V. A. H., 1817. — Ejusd. Syst. myc. II, p. 473. — Nob., Pl. crypt., N.° 973.

Nous avons observé cette belle et rare espèce sur le bois pourri du Hêtre; c'est aussi sur cet arbre et sur le Bouleau que Fries l'indique plus particulièrement. M. Lamy, qui nous en a adressé des échantillons, l'a récoltée sur les troncs du *Robinia pseudacacia*. Ils sont tous pourvus d'un *subiculum* brun violacé, ou presque noir, que le professeur d'Upsal ne paraît pas avoir observé, puisque sa description n'en fait pas mention. Dans les échantillons qu'il nous a envoyés de la Suède, comme dans les nôtres, l'ostiole n'est point strié longitudinalement, mais il est raboteux et comme noueux. M. Duby, qui, dans le *Botanicon gallicum*, a reproduit le caractère des stries indiqué dans le *Systema mycologicum*, n'a décrit, du moins nous le pensons d'après la figure citée, que la variété *b*, *Tenuior ostiolo subulato*, qui, dans notre opinion, pourrait bien être une

espèce distincte. Nous ajouterons à ces remarques, que l'analyse microscopique à laquelle nous avons soumis les échantillons de M. Lamy, les nôtres et ceux de la Suède, ne nous a fait découvrir aucune thèque claviforme (caractère donné à la tribu des *Ceratomæ*, Fr.); mais bien des sporidies prodigieusement petites, oblongues, obtuses, un peu arquées et renfermant, aux extrémités, deux sporules opaques et globuleuses. Ces sporidies sont semblables à celles de plusieurs *Cytispora*, du *Sphæria acuta*, etc. A l'occasion de cette dernière espèce, nous ferons aussi remarquer que Fries est dans l'erreur lorsqu'il dit : *Sporidia elongato-fusiformia* (Elench. fung., II, p. 108); mais cette erreur provient de celle commise à la table 239, fig. 1, du *Scottish cryptogamic Flora*, où Greville a figuré, à son *Sphæria acuta*, les thèques et les sporidies du *Sphæria coniformis*, espèce souvent mêlée avec la première. On peut voir, aux N.os 36 et 235 de nos Cryptogames de France, l'extrême différence qui existe entre ces deux espèces, qui se développent presque toujours à la base des tiges sèches de l'Ortie dioïque.

14. Sphæria epidermidis, Fr. Syst. myc., II, p. 499.

Var. C, microscopica, Nob., Pl. crypt., N.o 975.

Nous présenterons cette variété remarquable sur la samare du *Fraxinus excelsior*. Le docteur Johnston, dans sa Flore de Berwick, sur la Tweed, rivière qui sépare l'Angleterre de l'Ecosse, a mentionné cette production sans la déterminer.

15. Sphæria arbuticola, Fr. Scler. suec. exsic., N.° 320! — Ejusd. Syst. myc., II, p. 500. — Nob. Pl. crypt., N.o 976.

Nous avons trouvé cette espèce sur les deux faces des feuilles de plusieurs *Arbutus*. Elle n'est point dans le *Botanicon gallicum*, dernier ouvrage descriptif qui a paru sur les plantes cryptogames de France. Quant au *Sphæria arbuti*, que

Sowerbi a figuré à la table 370, fig. 2, de l'*English fungi* et que Fries cite en synonyme du *Sphæria arbuticola*, c'est un *Phacidium* qu'il faut rapporter au *Phacidium vaccinii*.

16. Sphæria Filicum, Nob., Pl. crypt., N.° 983.

Epiphylla. Maculis pallidè fuligineis; peritheciis aggregatis, minutis, innato-prominulis, subglobosis, atris. Ascis clavatis; ascellis oblongis, hyalinis; sporidiis 3-4, oblongis; sporulis 2, globosis, opacis. Hab. in foliis Filicum.

Nous présentons cette espèce au N.° 983 des Cryptogames de France, sur la face supérieure des folioles de l'*Asplenium adianthum nigrum*. La partie de ces folioles qu'elle recouvre offre une tache fuligineuse fort pâle, mais distincte. Les périthécium sont très-petits, nombreux, proéminents, presque globuleux et d'un noir un peu luisant. Les ascies ou thèques sont courtes, en massue, et renferment des ascellies, ou petites utricules un peu alongées et hyalines, qui contiennent trois ou quatre sporidies dans lesquelles se trouvent, aux extrémités, deux sporules globuleuses et opaques.

17. Sphæria punctiformis, Pers. Syn. fung., p. 90.

Var. Peritheciis minutissimis, Nob., Pl. crypt., N.° 984.

Quoique cette variété soit extrêmement commune sur les deux faces des feuilles de Chêne, dans le nord de la France, et nous osons dire dans toute la France et l'Europe, elle est restée inconnue aux Mycologues. Le type du *Sphæria punctiformis* a été publié au N.° 662 des *Stirpes* des Vosges, mais il n'est point parfaitement identique à l'échantillon des *Scleromyceti Sueciæ*, N.° 58, dans lequel les périthécium sont agglomérés, quoiqu'ils doivent être épars dans l'espèce, suivant la description de Fries même. La variété qui nous

occupe ici diffère des *specimen* que nous venons de citer, par ses périthécium beaucoup plus petits, épars ou un peu agglo mérés, mais offrant les mêmes thèques et les mêmes sporidies. Cette variété, qui mériterait peut-être d'être élevée au rang d'espèce, est intermédiaire entre le type et le *Sphæria maculæformis*, que nous publions au N.º 982, sur la feuille du Tilleul et sur celle du Pommier.

Il faut exclure de la synonymie que M. Duby a présentée pour le *Sphæria punctiformis*, le *Sphæria Craterium*, De C., qui est une Pézize que nous avons signalée sous le nom de *Peziza insidiosa*.

18. Diplodia Ilicicola, Nob., Pl. crypt., N.º 988.

Nous avons récolté cette espèce sur les branches mortes de l'*Ilex aquifolium*, dans les bois des environs d'Avesnes. Le genre nouveau auquel nous la rapportons est établi par Fries aux dépens de plusieurs *Sphæria*. Le docteur Montagne, par sa correspondance avec le Mycologue suédois, a reçu ses caractères, qu'il a reproduits dans les Annales des Sciences naturelles (Série II, t. I, p. 302), par cette phrase: « *Asci elliptico-oblongi, didymi, sporidiis binis referti.* »

Quoique ce genre nous paraisse encore assez incomplétement caractérisé, nous le croyons bon et nous nous sommes empressés de l'adopter. Cependant nous ne pouvons voir, avec notre savant ami Fries, de véritables ascies dans les organes reproducteurs des *Diplodia;* ce sont, comme nous l'avons dit ailleurs, des sporidies biloculaires. Nous ajouterons que ces sporidies sont originairement pédicellées, comme l'a aussi très-bien remarqué notre correspondant et consciencieux observateur Berkeley, dans les échantillons que nous lui avons transmis. Le *Sphæria mutila*, Fr., publié au N.º 619 de notre Ouvrage, et notre *Sphæria Corchori* (N.º 712), appartiennent à ce genre. Nous avons aussi observé des *Diplodia* sur le *Rhus*, le

Populus et plusieurs autres arbres; mais nous voulons attendre des observations encore plus nombreuses avant de faire connaître nos phrases spécifiques.

19. Diplodia viticola, Nob. Pl. crypt., N.° 989.

Nous avons découvert ce *Diplodia* sur les sarmens du *Vitis vinifera*.

20. Dothidea Depazeoides, Nob. Pl. crypt., N.° 991.

Epiphylla. Maculis eburneis, nigro-cinctis. Pustulis atris, orbiculatis, convexulis, sparsis, dein confluens angulato-difformis. Nucleis 3–20, *confertis, minutissimis, albis. Ascis clavatis brevibus. Sporidiis oblongis, hyalinis. Sporulis* 4, *globosis. Ad folia Buxi.*

Depazea Buxicola (Specim. epiph.), Moug. Stirp., N.° 974.

Cette espèce nouvelle figure dans l'un des deux échantillons que l'on trouve au N.° 974 des *Stirpes* des Vosges, sous le nom de *Depazea Buxicola*, hypoxylée fort différente et qui ne se trouve jamais qu'à la face inférieure des feuilles encore vivantes du Buis. Notre *Dothidea Depazeoides*, au contraire, se développe à leur face supérieure et n'a de commun avec le *Depazea Buxicola* que la tache blanche sur laquelle il repose. Cette tache, que nous avons fait entrer dans la description ci-dessus, n'appartient peut-être réellement qu'au *Depazea*; cependant on trouve presque toujours le *Dothidea* sans remarquer en-dessous les périthécium du *Depazea*. Quoi qu'il en soit, l'espèce intéressante dont il est ici question se développe sous l'épiderme de cette tache, le rompt en plusieurs fentes et se montre au-dehors sous la forme de tubercules d'un noir intense, épars ou confluents, d'abord arrondis, puis quelquefois difformes et un peu anguleux. Leur coupe transversale fait découvrir de trois à vingt *nucleus*, ou cellules à substance

blanche, contenant des thèques claviformes, assez petites, mais grosses. Les sporidies sont oblongues, hyalines et renferment chacune quatre sporules globuleuses.

21. Phacidium Lauro-Cerasi, Nob. Pl. crypt., édit. 1.re, N.o 188. — Fr. Elench. fung., II, p. 136. — Duby, Bot. gall., II, p. 722. — Berk. Brit. fung., p. 293.

Var. Major. Nob. Pl. crypt., N.o 992.

Cette variété, assez distincte par la grandeur de ses périthécium qui paraissent moins enfoncés, se trouve, dans le nord de la France, sur les feuilles sèches du *Prunus Lusitanica.* Ses thèques et ses sporidies sont semblables à celles du type: ces dernières sont ovoïdes ou un peu oblongues et souvent unisériées.

22. Aylographum Pinorum, Nob. Pl. crypt., N.o 994.

Peritheciis amphigenis, nigris, nitudilis, sparsis, vel confertis, simplicibus ramosisve, oblongis, rectis. Ascis clavæformibus, sporidiis 6-10, ovoïdeis, hyalinis, uniseptatis. In foliis siccis Pinorum.

Le genre *Aylographum*, établi par M.elle Libert (Ann. des Sc. nat., févr. 1837), doit se placer à coté du genre *Hysterium*, avec lequel il a beaucoup de rapports. Ses espèces, fort petites, seront probablement très-nombreuses, lorsqu'on se sera livré particulièrement à leur recherche. Nous avons observé plusieurs *Aylographum* sur les tiges et les feuilles des plantes herbacées et même sur les feuilles de quelques arbres, mais nous n'avons pu encore les récolter en assez grande quantité pour les publier dans nos fascicules. Celui que nous donnons au N.o 994 offre des périthécium inégaux, presque pointus aux extrémités, épars ou ramassés, çà et là, en petits groupes. Ses thèques sont assez petites, mais grosses, très-obtuses et égales dans toute leur longueur.

23. HYSTERIUM COMMUNE, Fr. Syst. myc., II, p. 589.

Var. Nitidum, Nob. Pl. crypt., N.o 997.

Si l'*Hysterium commune* de Fries a, comme le dit ce savant, de grands rapports avec l'*Hysterium Rubi*, la variété que nous publions s'en rapproche encore plus par ses périthécium luisants. Tous les *Hysterium commune* que nous avons trouvés nous-mêmes, ou que nous avons reçus de nos correspondants, ont aussi les périthécium brillants et comme vernissés, et nous aurions cru à une erreur dans la description que l'on trouve dans le *Systema mycologicum*, si les échantillons que l'auteur a publiés dans ses *Scleromyceti sueciæ* n'étaient pas réellement opaques ou d'un noir terne. M. Duby, dans le *Botanicon gallicum*, dit aussi que l'*Hysterium commune* est d'un noir opaque; mais cette assertion est en contradiction avec la description de l'*Hypoderma virgultorum* de la Flore française, Hypoxylée qu'il rapporte à la sienne. Quoi qu'il en soit, notre variété *Nitidum* est bien positivement la plante de De Candolle et on la distinguera toujours assez facilement de l'*Hysterium Rubi*, par son support et par ses périthécium généralement plus courts et plus obtus. Ils sont souvent très-alongés et presque aigus dans l'*Hysterium* de la Ronce. Il faut prendre garde aussi de confondre l'*Hysterium commune* avec le *Leptostroma Hysterioïdes*, espèce française, bien qu'elle ne soit encore dans aucune Flore du royaume: non-seulement ce dernier n'offre pas la même régularité dans la forme de ses périthécium, mais leur déhiscence est bien différente. Ils renferment, du reste, quoi qu'en aient dit les Auteurs sur les caractères du genre, des sporidies oblongues, prodigieusement petites, contenant aux extrémités deux sporules opaques et globuleuses.

L'*Hysterium commune* se trouve sur les tiges sèches des grandes plantes herbacées. Il est, dans nos échantillons, mêlé

au *Leptostroma vulgare*, var. *orbiculatum*, Nob., Pl. crypt. de France, N.° 998.

24. Labrella Pomi, Mont., Ann. des Sc. nat., 2.e série, t. I, p. 347. — Nob., Pl. crypt., N.° 1000.

Le genre *Labrella*, créé par Fries, en 1825, dans son *Systema orbis vegetabilis*, p. 364, et borné à cette époque à une seule espèce que notre ami Mougeot avait trouvée sur les feuilles sèches de quelques Graminées, s'est successivement enrichi du *Labrella Capsici*, observé en Amérique, et du *Labrella Ptarmicæ*, que nous avons découvert dans notre pays et dont nous avons donné une description en 1826. Enfin, une quatrième espèce, le *Labrella Pomi*, a été signalée par M. Montagne, et c'est cette espèce que nous publions en nature dans notre fascicule XX. Elle ne figure pas encore dans les Flores françaises, quoiqu'on la rencontre assez souvent sur les pommes à moitié pourries. Ses périthécium sont noirs, luisants, très-petits, superficiels, arrondis ou un peu alongés. Ils se détachent facilement de l'épiderme, sur lequel ils laissent une partie de leur pourtour sous la forme d'une ligne noire circulaire. Les sporules sont globuleuses.

A l'occasion de notre *Labrella Ptarmicæ*, nous ferons remarquer que M. Duby, après l'avoir décrit dans le *Botanicon gallicum*, p. 726, a encore mentionné ce nom dans ses *Emendanda et Addenda*, p. 1043; mais c'est une véritable erreur, et sa description fait reconnaître qu'il a voulu parler du *Labrella Graminea*.

ÉTUDES

SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE

DES VÉGÉTAUX.

Par M. Thém. Lestiboudois,

Député du Nord,

Docteur en Médecine, professeur de botanique, etc., membre résidant.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES VÉGÉTAUX.

Les végétaux sont composés de *principes élémentaires* empruntés au règne inorganique.

Ce sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, plusieurs oxydes, tels que la potasse, la soude, la silice, l'oxyde de fer, plusieurs sels, etc., etc.

Ces principes, sous l'influence des lois vitales, se combinent de manière à former des *composés*, qu'on ne rencontre que dans les êtres organisés et qu'on nomme *principes immédiats* des végétaux.

Ces principes sont très-nombreux; ce sont: le ligneux, le sucre, le tannin, les gommes, les résines, les huiles fixes, les huiles volatiles, les acides végétaux, tels que l'acide malique, oxalique, citrique; les bases salifiables, telles que la quinine, la morphine, etc., etc.

Tous ces corps sont composés d'hydrogène, d'oxygène et de carbone; l'azote, principe qu'on rencontre spécialement dans les

tissus des animaux, entre aussi dans la composition de quelques produits végétaux (1).

Les principes immédiats ne diffèrent donc les uns des autres que par les proportions des corps qui entrent dans leur composition.

Ils constituent tous les *éléments organiques*. L'élément organique *primitif* est un *globule;* l'ensemble des globules constitue la *globuline*.

Les globules se rencontrent dans la sève élaborée; ils sont transparents, mous, d'un volume inégal, en raison de leur âge probablement, imparfaitement globuleux à l'époque de leur première formation.

Ils jouissent d'une vie indépendante; M. Schultz leur attribue un mouvement de contraction propre.

Ces globules sont déposés, à l'état libre, dans certaines parties du végétal et constituent la *fécule*.

Ils sont susceptibles de se colorer en vert, en jaune, en rouge, et donnent ces couleurs aux tissus dans lesquels ils sont déposés; ils constituent alors ce qu'on nomme *chlorophylle*.

Par leur réunion, ils constituent des *lamelles*, qui forment le tissu *lamellaire*, base de toutes les parties du végétal.

Le tissu lamellaire se présente sous deux formes: le tissu *utriculaire* et le tissu *vasculaire*.

Le tissu utriculaire est ainsi nommé parce qu'il est formé de petites *utricules* séparées; les intervalles sont plus ou moins visibles, de sorte que les cloisons sont formées de deux parois plus ou moins accolées. On appelle *méats* les intervalles qui les séparent.

---

(1) Selon M. Payen, les tissus des végétaux ne contiennent jamais d'azote; ce principe ne se rencontre que dans les parties contenues, surtout dans les parties jeunes, tandis qu'il entre comme élément constitutif des tissus des animaux. Ce serait là le caractère différentiel des individus des deux règnes, selon le chimiste que nous venons de citer.

Les utricules se présentent sous diverses formes. Généralement leur section est hexagonale, en raison de la pression qu'elles exercent mutuellement les unes sur les autres. Elles sont ou arrondies, c'est-à-dire à peu près aussi longues que larges, *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5 T, R; ou *tubiformes*, c'est-à-dire alongées en tube; ou tronquées, c'est-à-dire ayant des extrémités qui se rencontrent par une surface aussi large que la section des utricules, *C. Pepo*, fig. 5 B; ou *fusiformes*, se rétrécissant en pointe pour se loger entre les extrémités des utricules voisines, *C. Pepo*, fig. 9.

Quelquefois elles sont *rameuses* et s'abouchent par leurs embranchements, de manière à former un réseau, comme dans les stipules du *Ficus elastica*, pl. VII, fig. 1 G.

Les utricules sont quelquefois minces, transparentes, ne présentant aucune ponctuation; d'autres fois, elles sont munies de ponctuations très-grandes, qu'on prendrait pour des ouvertures; elles sont alors encore transparentes, très-minces et incomplètement formées.

Tantôt elles sont munies de ponctuations analogues à celles des vaisseaux et disposées en lignes transversales régulières ou confusément éparses. On les nomme alors *poreuses*.

Tantôt elles sont munies de raies transversales. On les a appelées alors *scalariformes*.

Enfin, elles présentent des lignes en spirales, comme l'a fait voir Schultz, et sont susceptibles de se diviser en lames spiralées, selon M. de Mirbel (Mémoire sur le *Marchantia*); on les nomme alors *spiralées*.

Dans certaines parties du végétal, *Asclepias*, pl. VI, fig. 4 *g*, elles contiennent des grains arrondis, verts ou blancs; ces grains sont de volumes divers, *Asclepias*, pl. VI, fig. 5, et *Chelidonium*, pl. IV, fig. 12; ils forment la globuline comme nous l'avons dit, ils sont quelquefois si abondants dans la racine de la carotte, de l'*Asclepias*, par exemple, que lorsqu'on met une tranche

mince de ces plantes sur un verre mouillé, on voit, à la simple loupe, se former un courant de globules excessivement nombreux.

D'autres fois les cellules ne contiennent pas de globuline, ou en contiennent très-peu, comme dans la racine de la Betterave. On remarque souvent que la médulle centrale en est privée. Quelquefois, cependant, les utricules du centre en contiennent, comme celles de l'écorce, *Asclepias*, pl. VI, fig. 4 *a*.

Dans la souche du *Chelidonium*, les utricules sont tellement pleines de globuline, que lorsqu'on détruit leur tissu par la macération, la globuline conserve la forme des utricules, pl. IV, fig. 10 et 11.

Dans quelques plantes, les utricules renferment des corps *fusiformes*, qu'on a appelés *fusidies*, Ex. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 13.

Le tissu utriculaire est *transparent*, subgélatiniforme, gorgé de sucs, à parois excessivement minces, dans les parties qui commencent à se former. Il est encore *succulent*, c'est-à-dire gorgé de sucs, mais à parois plus visibles, dans les parties nouvelles déjà constituées.

Il est *sec*, ou à l'état *médulleux*, dans la médulle centrale de la plupart des tiges, etc.

Enfin, dans certains points il est *parenchymateux*, c'est-à-dire plein de sucs plus épais, subgélatiniformes, destinés à prendre plus de consistance et à donner aux parois des utricules une épaisseur notable; dans ce cas, la cavité devient de moins en moins grande, mais ne se comble pas entièrement. Il reste au centre une ponctuation qui paraît noirâtre. Cette partie centrale est ou vide ou remplie par des globules. Ex. *Sambucus*, pl. X, fig. 9.

Le tissu parenchymateux est tantôt blanc, *Chelidonium majus*, pl. VI, fig. 2 *i*; tantôt jaunâtre, *c*, *h*; tantôt vert.

Le tissu vasculaire se présente sous la forme de tubes alongés.

Il forme deux ordres de *vaisseaux* bien distincts : 1.° les vaisseaux *propres*, 2.° les vaisseaux *trachéens*.

Les vaisseaux *propres* sont minces, transparents, sans ponctuations ni fentes, *ressemblant tout-à-fait aux cellules rameuses*, ne se distinguant bien que lorsqu'ils contiennent des liquides colorés. Ces vaisseaux sont anastomosés entre eux, mais à des intervalles qui paraissent fort éloignés; et leurs anastomoses sont difficiles à constater à cause des croisements qu'éprouvent les vaisseaux, et surtout parce qu'ils s'accolent les uns aux autres et se séparent de manière qu'on ne peut distinguer une agglutination d'une véritable anastomose. Ex. *Ficus elastica*, pl. VII, fig. 1.

Cependant le cours des liquides montre parfois que les globules passent d'un vaisseau dans l'autre. Dans certains végétaux l'anastomose est parfaitement évidente. Ainsi dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 2, on voit sous l'épiderme de très-gros vaisseaux propres qui quelquefois se partagent en branches, et si l'on frotte avec une lame métallique une des branches, on fait marcher le liquide dans les autres.

Il arrive que les vaisseaux passent très-fréquemment d'un faisceau à un autre, et s'anastomosent de manière à former un réseau très-serré. C'est le cas le plus fréquent : Ex. *Rhus Typhinum*, pl. VII, fig. 3.

D'autres fois, au contraire, ils sont longs, parallèles, sans réunion rétiforme, sans ramifications, ni anastomoses; au moins ces anastomoses sont si rares qu'on ne les voit pas dans les dissections ordinaires. Ex. *Cannabis sativa*, pl. VII, et probablement toutes les plantes qui fournissent une filasse plus ou moins abondante; le *Vinca* présente aussi des vaisseaux parallèles et simples.

Les vaisseaux propres paraissent offrir quelquefois de loin en loin des sortes d'articulations : alors ils ne différeraient plus du tissu utriculaire alongé, surtout de celui qui est rameux et

rétiforme. La manière dont les utricules se réunissent par leurs embranchements donnerait une idée de la manière dont se forment les anastomoses. Les anastomoses des autres espèces de vaisseaux nous confirmeront dans cette pensée.

Si les vaisseaux propres sont articulés, ils ne sont pas cloisonnés, car j'ai vu les liquides passer à travers les articulations; mais celles-ci offrent un rétrécissement : ce qui le prouverait, c'est que, en ces points, les molécules en passant semblent éprouver comme un petit soubresaut.

On conçoit donc, d'après cela, que la réunion des tubes très-alongés qui constituent les vaisseaux propres, a lieu comme les anastomoses des utricules elles-mêmes : les deux membranes s'accolent; mais ensuite il se forme une ouverture au point de cohésion.

Lorsque les vaisseaux propres sont vides ils sont transparents: Quelquefois leur centre présente une ligne noirâtre comme si la partie moyenne était pleine ; d'autres fois deux lignes noires comme si la cavité était vide ; alors les parois déterminées par les lignes noires seraient épaisses, et la cavité intérieure petite.

Mais nous devons croire que les lignes noires ne sont que des lignes opaques, résultant de l'agglutination des vaisseaux voisins. Effectivement lorsque les vaisseaux propres sont pleins de liquides circulant, *Ficus elastica*, pl. VII, on voit que leur cavité est très-grande, et que leurs parois sont si minces et si translucides, que les molécules opaques qui nagent dans le liquide paraissent à peine contenues dans un vaisseau; elles semblent s'avancer jusqu'à la surface de la colonne que représente le vaisseau, et si l'on admet l'existence des parois, c'est parce que la colonne est toujours régulièrement circonscrite.

Le liquide renfermé dans les vaisseaux propres se distingue parce qu'il contient des molécules opaques et colorées. Ces molécules diffèrent des grains de la chlorophylle, parce qu'elles ne sont pas vertes, comme l'est ordinairement la chlorophylle, et

surtout parce qu'elles sont plus petites que les plus petits grains de la chlorophylle, qu'elles sont très-souvent irrégulièrement déterminées, muqueuses, et qu'elles s'agglutinent les unes aux autres.

Les molécules colorées sont plus ou moins nombreuses dans une même plante, selon les diverses parties dans lesquelles on les observe, ce qui donne au suc propre une couleur générale qui n'est pas la même. Ainsi dans les jeunes pousses du Chelidonium il est d'un jaune très-pâle, dans la tige d'un jaune bien prononcé, dans la racine d'un jaune orangé presque rougeâtre; dans les Euphorbes, le suc propre est d'un blanc bleuâtre dans les jeunes pousses, blanc dans la tige, d'un blanc jaunâtre dans la racine. Il faut remarquer que les sucs deviennent moins abondants et plus épais, à mesure que la couleur augmente d'intensité: en même temps les globules augmentent en nombre. Dans l'*Asclepias syriaca*, il est digne d'être noté que la racine ne fournit aucunement de sucs laiteux; il n'en sort ni par la zône corticale, ni par la partie centrale. En revanche les utricules sont obstruées de globuline.

On voit donc que le suc propre est d'autant plus élaboré qu'il est descendu plus bas: celui des racines est moins abondant, plus dense et plus coloré.

Il est donc certain que le cours de ce liquide se fait en général de haut en bas: cependant dans les stipules du *Ficus elastica*, on voit quelquefois des courants inverses dans deux vaisseaux parallèles; cela a lieu probablement dans les feuilles, parce que les fluides éprouvent une sorte de mouvement de rotation dans le réseau formé par les vaisseaux anastomosés. Le mouvement des sucs propres est parfois extrêmement rapide. Il se fait des encombrements de globules qui en arrêtent le cours: bientôt l'obstruction cesse parce qu'il se fait un appel dans un autre sens. Ce liquide semble circuler avec une assez grande force. Quand on coupe une tige d'*Asclepias syriaca*, on voit, à la loupe, que le liquide qui sort par les vaisseaux propres de la

partie centrale s'échappe par saccades, c'est-à-dire que le courant fourni par chaque vaisseau est, alternativement et à intervalles rapprochés, très-abondant ou très-faible.

Les vaisseaux *trachéens* ne contiennent jamais de sucs propres; ils sont formés d'une membrane extérieure pellucide, et de lames internes disposées de diverses manières.

Nous renfermons dans cet ordre :

Les *trachées*,

Les *fausses trachées* ou *vaisseaux rayés ou fendus*,

Les *vaisseaux ponctués ou poreux*,

Les *vaisseaux mixtes*,

Les *vaisseaux articulés*.

Dans les *trachées*, les lames internes sont roulées en spirale, et leurs bords sont libres.

Dans les *fausses trachées*, les lames spiralées sont soudées d'espace en espace, de manière à ne laisser entre elles que des fentes.

Dans les vaisseaux *poreux*, les soudures sont plus multipliées, de manière qu'il ne reste entre les lames que des trous.

Dans les vaisseaux *mixtes* on voit toutes ces dispositions exister aux différents points de leur longueur.

Enfin les vaisseaux *articulés* sont formés de pièces placées bout à bout, présentant par conséquent une intersection, et quelquefois un rétrécissement.

Nous allons prouver, 1.° que les vaisseaux que nous avons réunis sous une même dénomination sont vraiment des modifications d'un même type.

2.° Que les ponctuations, les raies, etc., des vaisseaux poreux, fendus, etc., sont réellement des intervalles laissés entre les lames par les soudures; qu'elles ne sont pas des fragments de lames divisées par l'amplification du diamètre du vaisseau.

Quelques physiologistes ont dit que les trachées se chan-

geaient en vaisseaux fendus, poreux, etc.; cela est évidemment faux. Chaque vaisseau conserve toujours le caractère qu'il présente lors de sa formation. Mais il n'en est pas moins vrai que tous les vaisseaux trachéens sont des altérations d'un même type, qu'ils constituent un même élément organique, qu'ils ont pris un caractère différent selon l'époque de la végétation, pendant laquelle ils ont été formés : cela est évident, car ils se développent toujours dans le même ordre, et les modifications qu'ils éprouvent se nuancent tellement, qu'il est extrêmement difficile de les caractériser, et de poser une ligne de démarcation.

En effet, les premières trachées ont une ou deux lames seulement, formant des spirales très-écartées. Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5 C; *Chelidonium*, pl. IV fig. 3 *b*; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1 *d*; *Vinca*, pl. III, fig. 2; etc., etc.

Dans les suivantes, les lames deviennent plus nombreuses et plus serrées, de manière que les bords en sont en contact, et qu'il semble que ce sont des vaisseaux fendus. Mais les lames sont déroulables. *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 2 K; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6 E; *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 10 *g*; etc., etc.

Bientôt on remarque entre les lames quelques rares anastomoses, le reste des lames demeurant libre et en spirale susceptible d'être encore déroulée. Ex. *Cucurbita*, pl. V, fig. 5 I, J, et fig. 7; *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 C, C, et fig. 9 *bis*; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1 *e*; *Impatiens*, pl. IX, fig. 10, 11. Puis les anastomoses deviennent plus nombreuses, de manière à ne laisser que des fentes assez courtes entre elles : *Impatiens*, pl. IX, fig. 12 et fig. 6 F; *Bocconia*, pl. V, fig. 5 E, etc.

Ces fentes paraissent quelquefois occuper une notable partie de la circonférence, d'autres fois elles sont plus courtes et forment des séries régulières. Ex. le Palmier de la pl. XX, fig. 12 D; quelquefois les fentes sont confuses ou régulières en divers points du vaisseau, *Dracæna*, pl. XIX, fig. 8 D. Quelques vaisseaux ont, dans certains points de leur étendue, des fentes plus ou moins

régulières, des fentes plus courtes, et des trous. Ex. *Ricinus*, pl. VI, fig. 2 J; *Asclepias*, pl. VI, fig. 4, C, C; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6 F.

Les ouvertures circulaires sont quelquefois assez grandes et en rangées transversales.

D'autres fois elles deviennent nombreuses, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 *e*, *e*; *Bocconia*, pl. V, fig. 5 E, etc. : elles finissent par ne plus former de lignes régulières, mais sont disposées à inégale distance sur des lignes courbées, sinueuses, contournées de diverses manières, forment parfois des amas circonscrits par des lignes plus transparentes, etc. *Cucurbita*, pl. II, fig. 5, M, N, etc.

Dans certains cas, bien que les lames soient encore bien marquées, et qu'au lieu de ponctuation on voie des raies fort évidentes, les raies sont tellement contournées, qu'en quelques points elles deviennent parallèles à l'axe du vaisseau, ex. *Impatiens*, pl. IX, fig. 9.

Dans d'autres circonstances, il y a une telle confusion dans les vides que les lames laissent entre elles, qu'elles semblent former une membrane criblée d'ouvertures excessivement irrégulières. Ex. *Beta*, pl. VIII, fig. 3 *e*, *e* et fig. 5.

Enfin, il est certains vaisseaux (mixtes) dans lesquels on voit des lames en spirales, comme dans les trachées, puis des lames soudées, laissant, entre les soudures, des ouvertures en forme de fentes, de pores. Ex. *Cucurbita*, pl. I, fig. 4 *F*.

On ne saurait nier l'existence de ces vaisseaux mixtes, non pas qu'il y ait transformation d'une espèce de vaisseau en une autre, par les progrès de l'âge, mais il est des vaisseaux qui ont été différemment constitués dans les divers points de leur étendue.

Tous les faits que nous venons de citer démontrent donc, d'une manière bien certaine que tous les vaisseaux trachéens sont analogues et qu'ils dérivent d'un même type; les change-

ments qu'ils éprouvent sont si voisins les uns des autres, qu'on ne saurait tracer de ligne de démarcation précise entre ces modifications.

Le premier fait que nous avons avancé, savoir l'analogie des vaisseaux trachéens entre eux, est donc bien démontré; il nous reste à prouver que l'altération qu'ils éprouvent est bien une union des lames, qui laissent des intervalles de différentes formes entre leurs anastomoses.

Dans le commencement de la formation des vaisseaux, les lames internes sont encore peu apparentes et les ouvertures peu appréciables; l'opacité des vaisseaux est à peine plus grande aux points où existent les lames internes qu'aux points des ouvertures. Il n'y a que les lignes circonscrivant les lames, ou, ce qui revient au même, les lignes qui déterminent la forme des ouvertures, qui soient plus opaques.

Il est donc difficile de déterminer s'il y a réellement des ouvertures, ou si ces dernières ne sont pas, au contraire, des portions de lames, séparées par des intervalles qui communiqueraient entre toutes les parcelles des lames et formeraient ainsi un réseau irrégulier.

Cette dernière opinion ne peut être admise:

Parce que, 1.° lorsqu'on examine un vaisseau dont les spirales ont un commencement d'union, on reconnaît que ce sont les parties qui sont la continuation des parties *déroulables*, qui s'unissent entre elles par une soudure ou par une branche de communication; cela se voit parfaitement dans le vaisseau, mis en macération, du *Cucurbita*, pl. II, fig. 7. Quelquefois on dégage entièrement les spirales anastomosées du tube qui les contient et qui se détruit plus facilement par la macération. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 9 *bis*.

2.° On voit souvent, dans certains vaisseaux dont l'extrémité est déchirée, les lames internes se séparer du tube externe, comme fait la spirale d'une trachée, et présenter une portion libre et réticulée. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3 *c*.

3.° Quelquefois les branches de communication entre les lames internes font seules saillie au-delà de la membrane externe déchirée. Ex. *Impatiens*, pl. IX, fig. 12. D'autres fois, dans une déchirure transversale, on reconnait que ce sont bien les lames internes qui sont anastomosées, puisque ce sont les lames semblables qui font saillie dans la déchirure. Ex. *Impatiens*, fig. 11.

4.° Enfin, il arrive souvent qu'on voit les ouvertures entourées de deux lignes opaques, concentriques, comme si ces ouvertures étaient formées dans une substance d'une épaisseur notable, et qu'elles eussent ainsi un bord formé par la face appliquée sur le tube externe, et l'autre par la face interne qui est libre. Si les lames spirales se soudent, si l'on reconnaît distinctement leurs anastomoses, quand elles ne sont pas encore confuses, et les vides qui sont entre leurs anastomoses; si l'on voit les vides diminuer de dimension et changer de forme à mesure que les points de cohésion augmentent, on ne peut nier que dans les vaisseaux, qui présentent les ponctuations les plus confuses et les plus petites, les vides ne soient aussi laissés par des soudures infiniment multipliées. On ne peut le nier, puisque nous avons vu tous les passages entre les vaisseaux ponctués et ceux qui sont rayés et spiraux.

Je crois donc avoir démontré la vérité des deux faits que j'ai avancés: *les vaisseaux trachéens sont tous analogues entre eux, et les différentes fentes, pores, etc., qu'ils présentent sont formés par les vides des lames internes, plus ou moins anastomosées entre elles.*

Nous avons dit que certains vaisseaux paraissent formés de pièces placées à la suite les unes des autres; ainsi dans la souche du *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8, 9, on voit des tubes rayés et ponctués, réunis en groupes et formés de pièces placées bout à bout. On ne peut s'empêcher de considérer les tubes articulés comme tout-à-fait identiques avec les vaisseaux trachéens:

1.° Leur consistance est la même ; ils résistent à la macération, tandis que les cellules ordinaires sont bientôt détruites par la putréfaction qui se développe ;

2.° Les articles qui forment les tubes ont toutes les longueurs : les uns sont extrêmement courts, les autres extrêmement alongés, de manière qu'il n'y a plus de différence entre eux et les vaisseaux ;

3.° Ces tubes sont ponctués, rayés, etc., et les anastomoses des lames internes ont tous les degrés que nous avons vus dans les vaisseaux trachéens ;

4.° Ils occupent la place qu'ont les vaisseaux ponctués ordinaires, ils constituent les couches au milieu du tissu utriculaire ordinaire.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 6, les tubes articulés G, placés à côté de ceux qui ne le sont pas F, ont exactement la même conformation, et dans les vaisseaux, fig. 7, 8, 9, qui sont articulés, on voit toutes les conformations qu'on observe dans les vaisseaux continus. Dans le *Bocconia cordata* la plupart des vaisseaux ponctués paraissent articulés, pl. V, fig. 5 E, E. Enfin, quelquefois on reste en doute si certains vaisseaux sont articulés ou continus, par exemple dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5, le vaisseau N et surtout le vaisseau P présentent des ponctuations nombreuses irrégulières, formant des masses disposées sans ordre, mais d'espace en espace il y a des lignes transparentes, sans ponctuations, qui semblent des lignes de séparation, bien qu'on n'y voie point la ligne noire qui indique la solution de continuité. Il faut que ces lignes soient ou plus enfoncées ou plus épaisses, comme si elles formaient le bord d'un diaphragme, puisque souvent, dans une coupe, les parois sont enlevées, tandis que la ligne transparente demeure intacte et se présente comme un cerceau.

Dans d'autres cas, les vaisseaux ont des parois si minces et des ponctuations si grandes qu'on ne peut les distinguer de certaines utricules alongées.

Ces faits tendent à jeter de la lumière sur une question importante qui s'est souvent agitée : y a-t-il analogie entre les vaisseaux trachéens et le tissu utriculaire ? Il y a lieu de penser que ces tissus sont analogues et, de même que les vaisseaux propres ressemblent aux utricules transparentes ; les vaisseaux trachéens sont semblables aux utricules ponctuées, etc. Les vaisseaux articulés forment le passage entre les deux modifications de tissu, et l'analogie est confirmée par la conformation variée des utricules, qui sont, ainsi que nous l'avons dit, ponctuées, rayées ou scalariformes et spiralées.

Les vaisseaux articulés, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8, 9, doivent nous éclairer aussi sur le mode d'anastomose, de ramification et de terminaison des vaisseaux trachéens. Les articles s'abouchent obliquement et irrégulièrement entre eux; quelquefois l'un d'eux s'abouche avec plusieurs autres, de sorte qu'un vaisseau peut ainsi se ramifier et s'anastomoser; les articles se terminent comme des cellules ordinaires et paraissent commencer par adhérer entre eux comme des cellules simples. Il semble donc que les vaisseaux trachéens, quant à leur ramification, leurs anastomoses et leur terminaison, se comportent comme les vaisseaux propres et le tissu utriculaire rameux ; c'est-à-dire que les tissus utriculaire et vasculaire ont une analogie de plus.

Les vaisseaux trachéens ne contiennent jamais de sucs propres. Ils ne paraissent même pas contenir de liquides, puisque, lorsqu'on coupe une tige fraîche, ils sont béants et vides ; la plus grande quantité de sucs séveux sort des parties vertes et jeunes des faisceaux parenchymateux. Lorsqu'on place sous l'eau une tige herbacée et qu'on la coupe transversalement, on voit sortir de nombreuses bulles d'air de la zône des vaisseaux trachéens ou ligneux ; il sort aussi de l'air de la médulle corticale, mais seulement lorsqu'on la comprime fortement.

Telles sont les diverses parties qui entrent dans la composition des végétaux.

Toutes les plantes ne sont pas pourvues des différentes espèces de tissus que nous avons décrits ; certains ordres, par exemple, n'ont pas de tissu vasculaire.

Cette disposition a fait diviser les végétaux :

En végétaux *cellulaires* et en végétaux *vasculaires*.

Les premiers, entièrement formés de tissu utriculaire, ne doivent pas nous occuper : ce que nous avons dit sur le tissu primitif qui les constitue suffit.

Les végétaux *vasculaires* se divisent en deux ordres, dont la structure est fort différente : ce sont les *Dicotylédonés* et les *Monocotylédonés*. Nous allons successivement étudier la structure de ces deux grandes classes du règne végétal.

STRUCTURE DES DICOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

DESCRIPTION ET DISPOSITION DES PARTIES.

Les tiges des Dicotylédonés, au moment de leur formation, paraissent être composées de tissu utriculaire, transparent, subgélatiniforme, dans lequel les parois sont peu visibles ; quand elles deviennent apparentes le tissu est succulent, c'est-à-dire gorgé de sucs plus ou moins abondants.

Ce tissu utriculaire a des points d'une couleur plus foncée, plus succulents, à utricules assez visibles, alongées ; ils sont souvent verts et constituent les *faisceaux* ou *cordons parenchymateux* ; *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 1.

Le tissu qui environne les faisceaux cesse d'être succulent, il passe à l'état *médullaire* ou *aréolaire*, c'est-à-dire que la cavité des utricules n'est plus entièrement pleine de sucs, que leurs parois sont bien distinctes, assez épaisses, souvent blanches, plus ou moins fermes.

Les faisceaux parenchymateux sont en nombre déterminé : ils

sont au nombre de dix dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 1, 2; souvent au nombre de douze dans le *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 1; dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1.

Ces faisceaux sont placés de diverses manières : fréquemment ils sont alternativement plus internes; de cette façon ils rendent la tige anguleuse, *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 1, 2, etc.; *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1 ; d'autres fois, et le plus souvent, à cause du mode d'accroissement, ils sont alternativement plus gros. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 3.

En effet, nous verrons que certains de ces faisceaux sont formés par la réunion des fibres appartenant à un nombre de feuilles plus ou moins grand, et que d'autres sont formés postérieurement et sont constitués par des fibres appartenant à des feuilles moins nombreuses; ex. *Centranthus ruber*, pl. XI, fig. 1.

Les faisceaux contiennent des vaisseaux propres et des vaisseaux trachéens : c'est là leur caractère particulier. Les vaisseaux sont toujours primitivement entourés de tissu parenchymateux.

Les vaisseaux propres naissent vers la périphérie des faisceaux parenchymateux; les plus abondants sont dans la partie extérieure, *Chelidonium*, fig. 2 *g'* ; il s'en trouve aussi dans la partie la plus interne, *g*. Quelquefois même, comme dans l'*Asclepias*, pl. VI, le plus grand nombre des vaisseaux propres se trouve dans la partie interne de la circonférence des faisceaux parenchymateux.

Les vaisseaux trachéens se développent dans la portion *d*, *e*, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 2, des faisceaux, c'est-à-dire dans la partie qui avoisine la région centrale de la tige. On observera cependant que la portion qui touche immédiatement la région centrale reste primitivement privée de vaisseaux : c'est ce qu'on voit dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. 11, fig. 3 C, et il arrive que cette portion se trouve séparée du faisceau principal par une trace de tissu aréolaire, fig. 4 B.

On peut voir la disposition des vaisseaux trachéens dans le *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 5; *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3; *Ricinus*, pl. VI, fig. 2; *Asclepias*, pl. VI, fig. 1; *Impatiens*, pl. IX, fig. 6; *Sambucus*, pl. X, fig. 10, etc. On constate qu'ils sont placés dans l'ordre suivant, en allant du côté interne au côté externe des faisceaux parenchymateux :

1.° Trachées à une seule lame ou à deux lames, formant des spirales à bords qui ne sont point en contact et facilement déroulables. Leur diamètre est petit.

2.° Trachées à lames plus nombreuses (4, 5, 6), serrées, à bords en contact; leur diamètre est plus grand.

3.° Vaisseaux à lames soudées de manière à laisser des fentes; le diamètre est encore plus grand.

4.° Vaisseaux dont les lames ont de très-nombreuses soudures, et forment ainsi des ponctuations régulières.

5.° Vaisseaux à ponctuations irrégulières; le diamètre est encore plus grand.

Ainsi le diamètre des vaisseaux va toujours en augmentant.

Ceci, bien que général, n'est pas absolument constant : dans le *Ricinus*, par exemple, pl. VI, fig. 2, les trachées et fausses trachées ont un diamètre aussi grand que les vaisseaux ponctués. La même chose a lieu dans l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 1, *d*, *e*, *f*.

Les vaisseaux sont souvent assez régulièrement espacés ; quelquefois cependant on n'observe pas la même régularité : ainsi dans l'*Impatiens*, pl. IX, fig. 3, *c*, les trachées sont éparses dans les faisceaux et éloignées des autres vaisseaux.

Du reste, les vaisseaux sont plus ou moins nombreux. Ils sont multipliés dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 2; rares dans le *Sambucus*, pl. X, fig. 8 ; leur diamètre est très-variable aussi ; ils sont très-gros dans le *Cucurbita*, pl. II, fig. 5; d'un diamètre bien plus petit dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 3.

Le tissu utriculaire qui constitue le parenchyme est formé

d'utricules alongées, qui paraissent complètement pleines de liquides.

Quand on coupe une tige, c'est par ces points que sortent en grande partie les sucs nutritifs.

Les sucs qu'ils contiennent paraissent plus consistants et destinés à épaissir les parois en se solidifiant ou s'organisant, de telle façon que lorsqu'ils se solidifient il ne reste qu'une très-petite cavité dans les utricules dont les parois étaient primitivement très-minces et transparentes.

La partie du tissu utriculaire qui se trouve entre le groupe des vaisseaux trachéens et celui des vaisseaux propres est celle qui reste le plus long-temps transparente et inconsistante ; les autres utricules se solidifient promptement : un grand nombre sont tellement remplies, qu'elles ne présentent plus qu'une ponctuation centrale, Ex. *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 2 *h*. L'espace central dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 8, est même rempli de globules non encore réunis et qu'on peut distinguer par un fort grossissement.

Ces exemples font voir que les parois des cellules sont épaissies par agglutination ou organisation des liquides élaborés ou *cambium*.

La cavité est de plus en plus grande dans les utricules à mesure qu'on approche de la partie extérieure qui a été formée la première, soit parce que primitivement les liquides gélatineux se solidifient moins, soit surtout parce que les utricules ont un plus grand diamètre, ou qu'elles se dilatent par l'accroissement. La cavité des cellules extérieures devenant de plus en plus grande comparativement à l'épaisseur, on voit que le tissu parenchymateux se nuance avec le tissu médullaire.

Dans le plus grand nombre des cas, la couleur verte des cordons parenchymateux s'étend en s'affaiblissant dans la partie correspondante des rayons médullaires, de manière qu'il existe une zône verte qui, primitivement, n'est pas interrompue,

Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3; de manière qu'on ne doit pas considérer les cordons parenchymateux comme des parties distinctes, mais seulement comme les points médullaires qui ont la plus grande activité vitale.

Dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1 et 2, les faisceaux vasculaires sont jaunâtres, et la portion des rayons médullaires qui leur correspondent est légèrement teinte de la même couleur.

Dans le *Ligusticum Levisticum*, pl. III, fig. 1, la portion utriculaire qui se trouve entre les faisceaux vasculaires est parenchymateuse, de manière à former avec eux un cercle parenchymateux continu.

Les faisceaux parenchymateux se forment au milieu du tissu médullaire : ce tissu est donc partagé par eux en plusieurs parties.

La partie qui est plus intérieure qu'eux, qui occupe par conséquent le centre de le tige, se nomme *médulle centrale ;* Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *c*.

Les portions qui se trouvent entre eux se nomment *rayons médullaires ;* Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *d*.

La portion qui se trouve en-dehors se nomme *médulle extérieure* ou *corticale* ; Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *e*.

La médulle centrale se détruit parfois, alors le centre est vide ; Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 2, 3 A.

Les rayons médullaires, *Cucurbita Pepo*, fig. 3, B, sont la continuation de la médulle centrale et se continuent avec la médulle corticale : on ne voit pas d'interruption entre eux ; le tissu qui les compose est indivis du centre à la périphérie, c'est-à-dire que les faisceaux parenchymateux sont formés au milieu d'un tissu utriculaire qui occupe toute l'épaisseur de la tige.

Du reste, les rayons médullaires sont plus ou moins larges selon que les faisceaux sont plus ou moins rapprochés ; leur tissu et leur couleur se nuancent souvent avec les faisceaux

parenchymateux, de sorte qu'il n'est pas possible d'établir une démarcation bien nette. Quelquefois les faisceaux parenchymateux sont si serrés, que les rayons médullaires finissent par ne plus exister réellement. Ainsi dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 8, le tissu parenchymateux de chaque faisceau est en contact avec celui des faisceaux voisins. On voit bien entre eux des lignes, *g*, plus foncées qu'on prendrait pour des rayons médullaires; mais ce ne sont que des séries parfaitement régulières d'utricules parenchymateuses qui paraissent pressées par la rencontre des faisceaux vasculaires.

La médulle corticale, continue avec les rayons médullaires et les faisceaux vasculaires, conserve quelquefois, dans certaines de ses portions, les caractères parenchymateux, *Sambucus*, pl. X, fig. 6, 8; *Menispermum*, pl. VI, fig. 4, *i*; ceci n'est pas difficile à concevoir, puisque primitivement tout le tissu était succulent. Les parties parenchymateuses de l'écorce sont analogues à celles qu'on voit dans la médulle centrale. Ex. *Cucurbita*, pl. I, fig. 3, C; *Menispermum*, pl. VI, fig. 2, *e*.

Puisqu'il arrive souvent que dans la médulle corticale on observe des différences dans la couleur et la forme des cellules, la coupe de la tige doit présenter différentes zones; Ex. *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3 *b*, I, J, K, L.

K (fig. 4) est une couche à utricules grandes, hexagonales, d'une teinte verdâtre, sans chlorophylle apparente, pleines de sucs; L est une couche formée d'utricules alongées, étroites, serrées; M une couche d'utricules hexagonales, pleines de sucs, les plus extérieures contenant de la chlorophylle; N une couche épidermique, formée d'utricules assez serrées. Cette couche est interrompue d'espace en espace, de manière que la couche M vient se montrer sous la cuticule externe sous la forme de lignes vertes.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, on voit que la

couche corticale se compose d'une couche épidermique A, souvent colorée en rouge, d'une couche B, blanche, formée de tubes alongés, d'une couche C, verte, formée d'utricules médiocrement alongées pleines de chlorophylle, envoyant des prolongements D, qui interrompent la couche B, et d'autres E qui s'étendent jusqu'à la couche transparente près de G où ils s'élargissent; enfin une couche F, blanche, formée d'utricules alongées et séparées par les prolongements E.

Il se forme quelquefois, dans le tissu médullaire, des faisceaux vasculaires accidentels, qui sont munis de tissu parenchymateux, et qui semblent provenir des cordons parenchymateux primitifs.

On a considéré la médulle centrale, les rayons médullaires et les faisceaux parenchymateux, comme constituant un système particulier qu'on a appelé *central*. On a considéré la partie qui se trouve à l'extérieur des faisceaux parenchymateux comme constituant le système *cortical*. Mais nous avons dit que, dans les faisceaux vasculaires, la portion placée entre celle dans laquelle se sont formés les vaisseaux trachéens, et celle qui est en-dehors et dans laquelle se sont formés le plus grand nombre des vaisseaux propres, est restée transparente et peu consistante; cet interstice presque gélatiniforme partage donc les faisceaux vasculaires en deux portions, l'une interne, l'autre extérieure. Ainsi, dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1, 2, les faisceaux parenchymateux qui demeurent isolés, arrondis, ont une partie médiane qui reste demi-gélatineuse et divise le faisceau en deux portions, l'une interne, dans laquelle sont les vaisseaux trachéens, l'autre extérieure, renfermant le plus grand nombre des vaisseaux propres.

Lorsqu'on examine les rayons médullaires dans le point correspondant à la partie transparente des faisceaux parenchymateux, on observe une zone moins consistante et moins opaque

que le reste de la médulle, se continuant avec la partie encore gélatiniforme des faisceaux; elle constitue donc avec celle-ci un cercle transparent; c'est lui qui divise la tige en deux portions: une centrale, dans laquelle sont compris la partie interne des faisceaux parenchymateux avec les vaisseaux trachéens, la médulle centrale et une partie des rayons médullaires, et une extérieure ou corticale, qui est formée de la portion des faisceaux parenchymateux contenant le plus grand nombre des vaisseaux propres, de la partie extérieure des rayons médullaires, de la médulle extérieure et de l'épiderme.

Lorsqu'on observe la portion annuelle de la tige du *Chelidonium*, et qu'on l'observe vers la fin de son accroissement, la portion transparente des rayons médullaires prend l'apparence du reste du tissu aréolaire; de sorte qu'on ne peut distinguer le système central du cortical : ce changement arrive assez promptement. La portion transparente des faisceaux parenchymateux prend pareillement un peu plus de consistance, de sorte qu'elle se distingue moins du reste du faisceau, et que le cercle qui sépare les deux systèmes devient de moins en moins apparent.

Les tiges annuelles ont donc cela de remarquable, qu'elles se présentent comme formées de faisceaux arrondis, arrangés plus ou moins symétriquement dans la masse du tissu utriculaire, et qu'elles n'offrent point de séparation entre le système cortical et le système central. Il faut noter avec soin cette disposition spéciale; car elle nous servira à montrer l'analogie qui existe entre les Dicotylédonés et les Monocotylédonés, et à expliquer la structure de ces derniers végétaux, qui n'ont que des fibres isolées et n'ont pas un système cortical séparable du système central. Elle nous servira ainsi, quand le moment sera venu, à combler la lacune qui semblait exister entre les deux grandes divisions du règne végétal.

Il reste à savoir comment se sont formées les zones souvent

interrompues qui se trouvent dans la portion extérieure, et qu'on a considérées comme constituant tout le système cortical.

Pour le comprendre, il faut étudier le mode d'accroissement des tiges : nous allons essayer de le décrire.

ACCROISSEMENT.

I. *Première période d'accroissement. — Constitution des faisceaux vasculaires.*

Nous venons de décrire les faisceaux vasculaires : nous allons dire dans quel ordre ont été formées les parties qui les composent.

Les premiers vaisseaux sont formés dans l'intérieur des faisceaux parenchymateux : les vaisseaux propres dans presque toute la circonférence, mais particulièrement dans la portion du faisceau qui est placée vers le côté extérieur de la tige ; les vaisseaux trachéens dans la partie qui est voisine du centre de la tige. Parmi ceux-ci, les premiers formés ont été des trachées ; ces vaisseaux étaient séparés des vaisseaux propres extérieurs par la partie transparente, qui n'est rien autre chose que le *cambium* ou liqueur génératrice, qui a été exhalée et s'est organisée.

Bientôt de nouveaux vaisseaux se sont formés dans l'intervalle parenchymateux ; les vaisseaux trachéens, fendus, poreux, etc., s'appliquent toujours sur la face externe des vaisseaux de même nature préexistants, que, par conséquent, ils recouvrent. Les nouveaux vaisseaux propres sont formés dans le même intervalle parenchymateux, mais sur la face interne des premiers vaisseaux propres, qu'ils repoussent ainsi en-dehors. La zone transparente qui existe d'abord entre les deux ordres de vaisseaux s'organise ainsi de plus en plus et acquiert une plus grande consistance, de manière à solidifier le faisceau si l'accroissement doit se borner à cette première période. C'est dans ce cas qu'on

observe le fait remarquable que nous avons cité, savoir : qu'il n'y a point dans ces tiges un système cortical séparable du système central.

Mais si l'accroissement doit avoir un mouvement continu, à mesure que de nouveaux vaisseaux se forment dans l'interstice parenchymateux, et en rend une partie plus ferme et plus dense, une nouvelle partie, d'abord semi-fluide et transparente, est épandue entre ces deux ordres de vaisseaux, de manière à former toujours une zone transparente entre le système cortical et le système central, zone dans laquelle se formeront encore les nouveaux vaisseaux centraux et les vaisseaux corticaux.

Ainsi, l'accroissement a toujours été *interstitiel*, et non superficiel, c'est-à-dire qu'il a lieu non sur une surface du tissu ancien, mais dans l'intérieur du tissu, et que les parties qui suivent celles qui viennent d'être créées se forment encore au centre de celles-ci, les vaisseaux centraux enfermant au centre les anciens vaisseaux semblables à eux, les vaisseaux corticaux repoussant en-dehors les vaisseaux semblables formés avant eux. Pour faire comprendre notre pensée, nous pourrions supposer qu'une partie est formée de deux utricules; que l'accroissement a lieu entre elles, c'est-à-dire entre les surfaces en contact; que l'accroissement subséquent a encore lieu entre les utricules nouvelles, et ainsi de suite. Tel est le mode d'accroissement des faisceaux parenchymateux et des rayons médullaires ou portions utriculaires qui se trouvent entre les cordons vasculaires.

Nous avons vu que les premiers vaisseaux trachéens qui se sont formés n'ont point été engendrés dans la partie la plus interne des cordons parenchymateux : la partie en contact avec la médulle centrale, *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 4 B, est restée sans vaisseaux. Plus tard, il se formera des vaisseaux trachéens dans cette partie parenchymateuse; de manière que ces vaisseaux sont créés en-dedans de vaisseaux plus anciens qu'eux, ce qui

constitue une anomalie singulière dont il faut tenir note, parce qu'elle pourra nous servir à donner l'explication de certaines modifications de structure dont nous aurons à nous occuper.

Parfois, la partie de tissu utriculaire qui se trouve en contact avec le premier groupe vasculaire devient aréolaire ou médullaire, c'est-à-dire que les cellules se vident et que les parois deviennent minces et sèches comme dans la moëlle elle-même. Alors, la partie parenchymateuse interne semble distincte de la partie vasculaire; c'est ce qu'on voit dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 3 C, fig. 4 B, et dans la racine de la même plante, pl. I, fig. 3 C', etc. Or, ce qui arrive pour la partie centrale arrive aussi pour la partie corticale : les parties parenchymateuses extérieures, rejetées successivement en-dehors par l'accroissement interstitiel, se séparent de celles qui sont immédiatement en contact avec le cordon parenchymateux. Cela arrive lorsque quelques séries d'utricules, situées entre les premières portions et les subséquentes, deviennent aréolaires. C'est de cette manière que sont formées les portions diverses qui sont disposées concentriquement dans l'écorce, où elles forment des zones plus ou moins régulières. Ainsi, dans la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. 1, fig. 3, la portion G commence à se séparer du faisceau parenchymateux principal; G' en est déjà tout-à-fait séparé. Ces portions sont ainsi semblables aux parties C, C', qui se sont détachées du côté interne.

Les parties G, G', ont une propension à s'alonger latéralement par le fait de l'accroissement qui repousse l'écorce en-dehors, de manière qu'elles tendent à former des couches irrégulières, fig. 2 G.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, les portions parenchymateuses de l'écorce sont si rapprochées et si régulièrement disposées, qu'elles semblent former une couche continue; mais elles sont séparées encore par des prolongements envoyés par la couche verte, placée entre deux couches blanches, et en-

voyant d'un côté des prolongements D jusqu'à l'épiderme, et d'autres prolongements E jusqu'à la zone transparente.

Dans la tige du *Cucurbita Pepo*, pl. II, fig. 4, ces portions parenchymateuses de l'écorce forment une couche continue.

Dans la tige du *Sambucus laciniata,* pl. X, fig. 7, 8, on voit aussi dans l'écorce une couche parenchymateuse continue.

Il est aisé de voir, par la manière dont se forment les parties, que ces zones diverses ou ces faisceaux détachés appartiennent réellement à l'écorce, mais ne la constituent pas tout entière; les portions extérieures des faisceaux vasculaires appartiennent encore à ce système. Par exemple, dans la tige du *Cucurbita Pepo,* pl. 11, fig. 4, la partie verte H appartient au système cortical; c'est la zone transparente G, interposée entre les zones H et F, qui forme la délimitation des deux systèmes, et c'est dans cette zone G que doivent se former les nouvelles parties ligneuses et corticales.

Cette zone, limite organique des deux systèmes, décrit un cercle complet; elle forme une ligne de séparation dans toute la circonférence. Cependant, elle est parfois moins visible en travers des rayons médullaires que dans les cordons parenchymateux. Il arrive aussi qu'elle n'est plus nettement tracée dans les cordons parenchymateux eux-mêmes; cela se remarque à la fin de l'année, quand l'accroissement ne doit pas se perpétuer; mais c'est toujours en cette zone que se sont formées les nouvelles parties parenchymateuses; c est toujours en elle qu'ont été créés les vaisseaux des deux ordres; c'est donc elle qui forme la ligne de séparation des deux systèmes.

II. *Deuxième période d'accroissement — Développement des faisceaux vasculaires.*

Nous avons vu l'organisation complète des faisceaux vasculaires; nous avons remarqué l'aspect de la tige quand ces fais-

ceaux, comme dans certaines tiges annuelles, restent arrondis et que, l'accroissement ne se perpétuant pas, la zone transparente cesse d'être visible et distincte des autres parties. Nous devons suivre les progrès ultérieurs de l'accroissement dans les tiges qui sont douées d'un développement continu.

Par les progrès de l'accroissement, la ligne interstitielle, qui se distingue par sa transparence et le peu de consistance du tissu à peine organisé qui la forme, devient de plus en plus apparente; cela tient à ce que, l'accroissement ne se bornant pas, la partie gélatineuse des faisceaux se régénère à mesure que de nouveaux vaisseaux s'engendrent dans les parties précédemment constituées; et on reconnaît plus facilement qu'elle forme un cercle non interrompu, parce que la même formation de tissu nouveau s'opérant dans la partie correspondante des rayons médullaires, ceux-ci ne peuvent jamais acquérir dans toute leur étendue l'apparence aréolaire.

C'est ainsi que dans le *Cucurbita*, pl. II, fig. 1, 2, 3, 4, les faisceaux parenchymateux qui paraissent assez long-temps homogènes, présentent à l'observateur attentif une section, fig. 4 G, presque transparente, peu colorée, et que le rayon médullaire I est séparé de la couche utriculaire K par une section J plus succulente, qui se continue avec la section G, de manière que la partie centrale est séparée de la partie extérieure par une zone un peu plus tendre, et plus transparente que le reste. Dans le *Cucumis Melo*, pl. II, fig. 1, la tige, observée dans un état plus avancé, offre la zone transparente E, encore plus nettement prononcée.

Dans la tige annuelle du *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 1, 2, les faisceaux parenchymateux restent arrondis, et à la fin de l'accroissement leur partie subgélatineuse est un peu moins apparente; la partie succulente des rayons médullaires cesse à la fin de l'année d'être transparente; la zone interstitielle d'accroissement cesse donc d'être visible. Mais lorsqu'on coupe

cette tige au-dessous de l'endroit que représentent les fig. 1, 2, c'est-à-dire lorsqu'on fait la section à la base, vers l'endroit où commencent à naître les feuilles, pl. V, fig. 17, on voit déjà que les faisceaux, qui sont encore parfaitement isolés, sont bien plus nettement partagés en deux portions par une partie transparente, et cette partie, se continuant à travers les rayons médullaires, forme une zone non interrompue.

Enfin dans les souches vivaces, qui produisent les tiges annuelles du *Chelidonium majus*, et qui ont un accroissement plus prolongé, pl. IV, fig. 4, les faisceaux vasculaires s'alongent, et la ligne transparente qui établit la séparation entre la partie corticale et le corps ligneux est encore plus nette que dans les parties de la tige que nous venons d'indiquer.

Dans le *Bocconia cordata*, pl. V, fig. 1, les faisceaux de la tige, qui sont alternativement plus grands et plus petits, sont rapprochés et ont une substance transparente fort apparente, mais ils sont isolés au milieu d'une substance médullaire continue, dans laquelle la ligne transparente cesse d'être visible.

On trouve même que dans la souche vivace, pl. V, fig. 4, les faisceaux s'alongent, à la vérité, mais que la zone transparente ne paraît pas encore bien continue; elle semble n'occuper que le faisceau parenchymateux.

Cette plante tient donc le milieu entre celles qui ont une couche continue et celles qui ont des faisceaux isolés. La substance la plus récente des faisceaux, fig. 1 *c*, celle qui en occupe le centre, est si peu consistante que, par une légère dessiccation, elle disparaît en laissant un vide, fig. 2 E. Mais les rayons médullaires restent adhérents à la partie corticale, et forment ainsi des prolongements isolés.

Dans le *Menispermum canadense*, pl. VI, la portion transparente des faisceaux parenchymateux se détruit facilement comme dans le *Bocconia*. Mais les rayons médullaires sont eux-mêmes formés d'un tissu très-ténu, qui se détruit aussi, de sorte que

les portions corticales des faisceaux parenchymateux se trouvent totalement séparées des portions centrales et forment des croissants isolés, pl. VI, fig. 2, 3 *h*.

Dans la racine de la *Betterave cultivée*, la partie corticale est si mince, qu'à peine peut-on la distinguer de la partie centrale, mais on voit pourtant bien une zone transparente complète.

Dans la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4, la partie extérieure est fort épaisse; la zone qui la sépare de l'interne est fort sinueuse, les rayons médullaires sont saillants dans la zone transparente et se continuent avec les prolongements médullaires de la partie extérieure. Cependant, en observant avec beaucoup d'attention, on reconnaît que la zone d'accroissement forme un cercle non interrompu. Dans cette plante, la distinction des deux systèmes est puissamment aidée par la différence de leurs couleurs. La partie corticale est orangée, la centrale d'un jaune pâle.

Les tiges tendent donc à se diviser de plus en plus en deux portions, l'une centrale, l'autre extérieure ou corticale, par la couche transparente, qui est parfaitement continue.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 1, 2, 3; le *Centranthus ruber*, pl. XI, fig. 1; le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 1, etc., la ligne transparente est très-visible; elle est continue et partage nettement les faisceaux parenchymateux ainsi que les intervalles médullaires qui sont interposés, établissant ainsi la ligne de démarcation entre le système central et le système cortical.

Ainsi cette distinction ne devient bien visible que lorsque les faisceaux sont le siége d'un accroissement continu, que le tissu gélatiniforme ou *Cambium* épanché, aussitôt qu'il s'organise et qu'il prend l'apparence d'un *tissu complet*, est remplacé par une nouvelle formation interstitielle, et qu'enfin l'accroissement n'est arrêté, ni dans les faisceaux, ni dans les rayons

médullaires, de sorte que l'interstice d'accroissement forme un cercle continu.

Lorsque la création successive de parties parenchymateuses a lieu dans les faisceaux, ceux-ci grandissent nécessairement : des vaisseaux se forment dans les parties récentes au fur et à mesure qu'elles sont créées. Nous allons dire comment s'opère cette nouvelle formation.

La partie de la zone transparente qui touche la portion qui contient les vaisseaux trachéens devient plus consistante, et bientôt on voit dans son intérieur de nouveaux vaisseaux. Ils sont d'abord très-minces et transparents; ils sont de même nature que la couche qui les produit; mais ils ont cela de particulier que les lames internes et par conséquent les fentes, ponctuations, etc., sont bien moins apparentes que dans l'état parfait. Ex. *Cucurbita*, pl. II, fig. 5 P. Ils paraissent en même temps moins nombreux. Ex. *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1 G. Ils prennent enfin leur consistance et leurs caractères définitifs.

La partie de la zone transparente, voisine de celle qui contient les vaisseaux propres, produit à son tour des vaisseaux de même espèce que ces derniers. Ex. *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 2 *g'*.

Après ce groupe de vaisseaux, il s'en forme un autre, de manière que le faisceau vasculaire s'alonge, et qu'il est formé de paquets irréguliers de vaisseaux.

La portion nouvelle dans laquelle ont été créées les nouvelles fibres formées de vaisseaux trachéens agglomérés, est séparée des fibres anciennes par un espace utriculaire, qui prend quelquefois, dans une partie de son épaisseur, l'aspect de celui qui constitue les rayons médullaires; de manière que ceux-ci semblent envoyer des lames qui vont de l'un à l'autre en divisant les faisceaux vasculaires, et de manière aussi que la tige présente réellement des circonférences médullaires comme des rayons médullaires.

Les circonférences médullaires ne sont pas régulières comme les rayons médullaires, parce que les portions cellulaires qui restent interposées entre les fibres qui composent les faisceaux ne sont ni également espacées, ni également épaisses, de sorte que celles d'un faisceau ne sont pas exactement placées vis-à-vis de celles du faisceau voisin, et par conséquent ne peuvent constituer avec elles des circonférences bien décrites. Celles du *Cytisus Laburnum* sont des plus régulières et des plus élégantes. Une autre cause qui fait que les circonférences médullaires ne sont pas bien apparentes, c'est que le tissu utriculaire des faisceaux conserve souvent un aspect différent de celui des rayons médullaires, et qu'il se trouve conséquemment coupé par ces derniers.

Par exemple, dans certaines plantes, les intervalles utriculaires qui séparent les faisceaux fibreux qui se développent à la suite les uns des autres, restent parenchymateux, c'est-à-dire que les utricules conservent des parois épaisses et ne présentent qu'un point vide au centre. Conséquemment les circonférences médullaires sont parenchymateuses, et entrecoupées par les rayons médullaires. Ex. le *Bocconia cordata*, pl. V, fig. 3 D, D' et fig. 4 *b*, *b*, *b*.

La racine du *Beta sativa*, pl. VIII, fig. 2, présente des circonférences médullaires très-épaisses, très-régulières, et facilement séparables. Nous en parlerons en traitant des racines.

Les rayons médullaires doivent être parfaitement rectilignes: en effet, les vaisseaux naissent toujours vis-à-vis les vaisseaux, dans les mêmes cordons parenchymateux; le tissu formant les rayons médullaires produit rarement des faisceaux parenchymateux, et par conséquent n'engendre pas de fibres; conséquemment ils constituent une ligne régulièrement cellulaire depuis le centre jusqu'à la circonférence.

En s'alongeant, la portion centrale des faisceaux vasculaires va en s'élargissant en-dehors, parce qu'elle occupe à son extrémité une circonférence toujours plus grande.

Quand elle devient trop large, il naît plusieurs fibres ou plusieurs agglomérations de vaisseaux vis-à-vis des anciennes; entre les fibres restent des espaces qui prennent le caractère de rayons médullaires, et qui se continuent en ligne droite comme les rayons primitifs. Ils constituent ainsi de nouveaux rayons.

Ainsi se multiplient les rayons médullaires, qui tous conséquemment ne vont pas jusqu'au centre.

Par l'effet de leur élargissement, les faisceaux parenchymateux deviennent subtriangulaires, de sorte que, tandis qu'à leur point d'origine ils étaient séparés par de larges espaces cellulaires, en-dehors ils deviennent de plus en plus rapprochés, et finissent par se toucher, de manière à former une couche continue.

Cette couche se forme d'autant plus vite que les faisceaux étaient plus nombreux, eu égard au diamètre de la tige. Dans le *Bocconia*, pl. V, fig. 1, 3, 4, les faisceaux fibreux sont plus serrés que dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 1, 2, aussi les fibres semblent-elles mieux former un cercle, et les rayons médullaires sont-ils mieux déterminés.

Dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 1, 2, 3, 4, les faisceaux étant fort irréguliers, les parties médullaires sont mal déterminées; mais bientôt les faisceaux se touchent de manière à former à l'extérieur une couche continue, dans laquelle les intervalles médullaires ne sont pas apparents.

Dans le *Ricinus communis*, pl. VI, fig. 1, les faisceaux fibreux, très-nombreux, forment une couche continue dans laquelle les rayons médullaires sont étroits et réguliers. La médulle centrale est détruite au milieu; elle ne forme plus qu'un cercle médullaire, régulier en-dedans de la couche fibreuse.

Quelquefois enfin on ne voit pas de lignes médullaires distinctes du tissu parenchymateux. Ainsi nous avons noté que,

dans les rameaux du *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 7, 8, observés à la fin de l'automne, on remarque que la couche fibreuse ne contient que du tissu parenchymateux très-serré et quelques vaisseaux. Les faisceaux ne sont séparés que par quelques lignes obscures qui ne sont que des séries fort régulières d'utricules parenchymateuses, pressées comme si elles avaient été fortement serrées par l'accroissement de deux faisceaux voisins.

Les cavités de ces utricules sont presque entièrement oblitérées, et ne sont plus représentées que par un point noirâtre.

Certaines plantes offrent une disposition contraire à celle du *Sambucus ;* leurs faisceaux restent long-temps et même toujours distincts. Dans le *Menispermum canadense,* pl. VI, par exemple, le tissu qui forme les rayons médullaires primitifs, fig. 3 et 4 *b*, est si mince qu'il se détruit facilement, de manière que les faisceaux restent isolés, même après huit à dix ans d'accroissement.

Dans tous les cas, l'accroissement du système central se fait de la même manière : de nouvelles parties, formées dans les zones transparentes, s'ajoutent aux anciennes. Ainsi, la portion des faisceaux vasculaires qui appartient à ce système s'alonge à l'extérieur, va en s'élargissant, se rapproche des faisceaux voisins et forme ainsi un ensemble des cercles vasculaires dont les fibres ou groupes de vaisseaux sont séparées les unes des autres par les rayons médullaires qui divergent des parties centrales vers la circonférence, et par des cercles médullaires qui subsistent sans vaisseaux entre chaque formation concentrique de groupes vasculaires.

Les rayons médullaires se sont accrus de la même manière, parce que de nouvelles utricules ont été formées dans l'interstice transparent qu'ils nous offraient.

Ainsi s'accroît le système central.

Disons un mot maintenant sur l'accroissement de l'écorce.

Pendant que l'interstice d'accroissement formait des vaisseaux

trachéens à la surface extérieure des vaisseaux primitifs contenus dans la partie interne des faisceaux parenchymateux, le même interstice formait des vaisseaux propres à la surface intérieure de ceux qui existaient primitivement dans la portion externe des faisceaux parenchymateux. Le système cortical a donc le même mode d'accroissement que le système central; mais il s'opère sur la face interne, tandis que celui du système central a lieu sur la face externe.

Le *Menispermum canadense* est peut-être l'arbre qui fait le mieux voir le mode d'accroissement de l'écorce. Dans ce végétal, en effet, on voit, pl. VI, fig. 3, que les parties parenchymateuses de l'écorce *h* appartiennent vraiment aux faisceaux vasculaires, dont ils ne sont séparés que par la partie transparente; dans la fig. 4 on voit que ces parties parenchymateuses *h* sont rejetées dans l'écorce par l'accroissement, mais qu'elles sont placées vis-à-vis les faisceaux qui restent parfaitement distincts malgré les accroissements successifs; les parties parenchymateuses subséquentes, fig. 4 *i, i,* sont placées vis-à-vis les subdivisions des faisceaux vasculaires; et, après elles, d'autres parties parenchymateuses plus petites sont placées vis-à-vis les troisièmes divisions des faisceaux. Cet ordre régulier atteste le mode de formation des parties de la zone corticale, et cela est d'autant plus curieux à observer dans le *Menispermum* que bien qu'on ait vu évidemment ces parties unies au faisceau parenchymateux, cet arbre présente ensuite les parties corticales les plus distinctes, parce que la partie transparente qui les sépare du système central se détruit facilement.

La partie corticale ne s'accroît pas dans la même proportion que la portion centrale, parce que le volume et le nombre des vaisseaux propres sont loin d'être semblables au volume et au nombre des vaisseaux trachéens, et que la même disproportion existe dans le tissu parenchymateux qui accompagne les deux ordres de vaisseaux.

Les faisceaux vasculaires qui composent le système cortical sont séparés par du tissu utriculaire à l'état médullaire qui forme des lignes analogues aux rayons médullaires. Les lignes médullaires qui sont placées entre les faisceaux parenchymateux primitifs sont immédiatement placées vis-à-vis les rayons médullaires primitifs, et continus avec eux. Les intervalles médullaires qui se forment ensuite dans la portion corticale des faisceaux parenchymateux correspondent aussi, bout à bout, aux rayons médullaires qui ont subdivisé secondairement la portion centrale des faisceaux parenchymateux.

Il arrive parfois que, dans le cercle transparent, la portion destinée à former le prolongement des rayons médullaires devient blanche, opaque, moins succulente, en un mot prend son caractère médullaire avant que les portions vasculaires aient perdu leur transparence et qu'elles aient formé des vaisseaux visibles. On reconnaît alors visiblement que les rayons médullaires traversent la couche transparente et se continuent avec les intervalles médullaires de l'écorce.

Cette disposition est bien appréciable dans la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4. La zone transparente semble divisée par les rayons médullaires qui font saillie dans la zone transparente et paraissent se continuer en certains points avec les prolongements médullaires de l'écorce. Il reste cependant entre eux une très-légère intersection qui suffit pour établir la distinction des deux systèmes. D'ailleurs, la couleur de la partie corticale ne peut laisser de doute sur leur séparation.

Dans le *Bocconia*, pl. 5, fig. 2 et 3, nous avons vu que la zone transparente se détruit souvent dans la portion E, E', qui correspond aux faisceaux vasculaires; mais elle persiste dans la portion G; de sorte que les rayons médullaires se constituent avec les prolongements médullaires de l'écorce.

Dans le plus grand nombre des cas, les rayons ou prolongements médullaires de l'écorce sont moins apparents et moins

réguliers que ceux du corps ligneux. Cela tient à plusieurs causes :

1.° L'écorce a moins d'épaisseur; conséquemment ses prolongements médullaires sont plus courts.

2.° Les vaisseaux propres ne se distinguent pas, par leur consistance, du tissu utriculaire; ils ont une contextnre similaire, et lorsqu'ils sont vides ou que les liquides qu'ils contiennent ue sont pas colorés, ils se confondent absolument avec le tissu utriculaire.

3.° Les vaisseaux propres ne se développent pas avec la même régularité que les vaisseaux trachéens, et les faisceaux qu'ils constituent se soudent très-fréquemment, de manière qu'ils forment un réseau à mailles plus ou moins serrées et qu'ils interrompent ainsi les rayons médullaires.

Dans certaines plantes, comme daus l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 2, les vaisseaux laiteux sont rassemblés en faisceaux réguliers B, de manière que la médulle corticale A, dans la partie interne, est partagée en sections régulières; mais dans ces intervalles médullaires se trouvent épars des vaisseaux assez nombreux, puisqu'on voit suinter le liquide laiteux d'un grand nombre de points.

Dans d'autres végétaux, les prolongements médullaires de l'écorce se présentent sous la forme de lignes convergentes très-étroites et bien régulières. Ainsi, dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 1, on voit que la médulle corticale est divisée en lignes convergentes régulières, qui ne sont point parenchymateuses et se continuent d'une part avec la médulle extérieure et de l'autre avec la couche d'accroissement; les unes DD sont minces et régulières dans toute leur étendue; les autres CC commencent par être très-épaisses, parce que primitivement les faisceaux parenchymateux ne partageaient pas la médulle corticale aussi uniformément.

Lorsque les faisceaux vasculaires de l'écorce se sont rappro-

chés par les progrès de leur accroissement, ils forment, comme ceux du système central, un cercle continu; conséquemment, l'accroissement est analogue dans les deux systèmes; seulement la disposition des parties est inverse.

L'accroissement de deux systèmes continue ainsi à se faire par cercles successifs qui s'ajoutent à la face externe de la portion centrale, et à la surface interne de la partie corticale. La réunion des cercles concentriques qui s'engendrent pendant une année forme une couche; la constitution de cette couche est le terme de la deuxième période d'accroissement, ou de l'accroissement annuel. Nous allons étudier les accroissements subséquents.

Troisième période d'accroissement. — Formation des couches concentriques.

Dans les tiges ligneuses ou dans les souches vivaces, l'accroissement ne se borne pas à la constitution d'une première couche. Il a été suspendu par le froid de l'hiver; mais il recommence au retour du printemps. Un nouveau cambium s'épanche entre le bois et l'écorce dans l'interstice d'accroissement; d'abord fluide, sans consistance, il s'épaissit bientôt, s'organise, forme des utricules agglutinées les unes aux autres, et régénère ainsi entre le bois et l'écorce une lame transparente semblable à celle que nous avons vue précédemment.

Dans cette lame se forment des vaisseaux, et pendant ce temps-là se crée un nouveau tissu transparent qui engendrera des tubes vasculaires à son tour et sera suivi d'une nouvelle couche parenchymateuse. Les formations concentriques se succèderont ainsi jusqu'à la fin de la saison d'accroissement, de manière à former une couche semblable à la première.

Dans cette couche, les vaisseaux sont exactement disposés de la même manière que dans la première, c'est-à-dire que les

premiers vaisseaux sont des trachées à lames peu soudées ; puis des vaisseaux fendus, des vaisseaux à pores réguliers et grands, à pores nombreux, petits et confus, etc.

Le diamètre des premiers vaisseaux est petit ; ensuite il va généralement en grandissant, c'est-à-dire que, quant à leur calibre, les vaisseaux sont aussi disposés comme dans la première couche.

La distance qu'on observe entre ces vaisseaux est également pareille à celle que nous avons vue dans la première couche. Ainsi, les premiers vaisseaux qui se forment dans la deuxième couche sont serrés et laissent peu de tissu utriculaire entr'eux ; les vaisseaux subséquents sont plus distants les uns des autres.

Enfin, les vaisseaux présentent, relativement à leur consistance, les mêmes modifications observées dans la première couche, c'est-à-dire que les premiers formés ont déjà des parois fermes et solides ; tandis que celles des derniers sont encore minces, peu consistantes et presque transparentes.

Les groupes de vaisseaux qui se sont formés à la suite les uns des autres laissent entr'eux des espaces utriculaires, de manière à former, avec les espaces utriculaires voisins, des circonférences médullaires ou parenchymateuses plus ou moins régulières.

Enfin, entre chaque groupe vasculaire et ses voisins, il reste des intervalles utriculaires qui sont placés vis-à-vis les intervalles qui constituaient les rayons médullaires, lesquels se trouvent ainsi alongés. De plus, les groupes vasculaires pouvant devenir plus nombreux, parce que la circonférence extérieure est plus grande que celle qui l'a précédée, les intervalles médullaires se multiplient, et ceux qui se trouvent entre un groupe subdivisé forment le commencement d'un nouveau rayon médullaire qui ne va pas jusqu'au centre de la tige.

En un mot, la formation de la deuxième couche est identiquement la même que celle de la première.

Les deux couches annuelles se distinguent l'une de l'autre, parce que les parties se formant exactement dans le même ordre, le commencement de l'une diffère essentiellement de celle qui la précède. En effet, les vaisseaux qui se trouvent dans la première zone, c'est-à-dire ceux qui sont formés pendant la période la plus active de la végétation, sont petits, nombreux, serrés, à peine séparés par du tissu utriculaire, tandis que ceux qui sont dans la dernière zone de la couche précédente sont grands, rares, presque perdus dans le tissu utriculaire, et on observe même que le cercle qui a marqué la clôture de la végétation annuelle paraît entièrement utriculaire, soit que le temps ait manqué à la formation des vaisseaux, soit que les parois de ces derniers aient été si peu consistantes que leur cavité ne reste pas apparente.

Il arrive cependant que les couches annuelles ne sont pas nettement distinctes, et cela a lieu lorsque les différences que nous venons d'énumérer sont peu sensibles. Ainsi on ne les aperçoit pas lorsque tous les vaisseaux de la couche sont à peu près semblables par leur diamètre et leur consistance, et qu'ils ne sont pas plus nombreux dans les premiers cercles de la couche que dans ceux qui ont été créés à la fin de la période annuelle de végétation.

Ainsi dans le *Menispermum canadense*, pl. VI, les groupes des vaisseaux, fig. 3 et 4, *f, f, f, f*, créés chaque année successive, sont si semblables dans toute l'étendue de chaque couche qu'on n'en peut discerner le commencement de la fin, et que conséquemment on ne peut distinguer à l'œil la production de chaque année. Cette distinction se fait d'ailleurs d'autant plus difficilement que, comme nous l'avons dit, les faisceaux primitifs restent isolés par la destruction facile des rayons médullaires, de sorte qu'alors les couches sont interrompues et ne forment plus des cercles qu'on puisse nettement suivre dans toute la circonférence.

Les couches de la portion corticale se forment comme celles du système central; mais elles sont beaucoup moins distinctes, d'abord parce qu'elles sont beaucoup moins épaisses, ensuite parce que les vaisseaux ne se distinguent pas à l'œil nu du tissu utriculaire, et que d'ailleurs ils sont tous à peu près du même volume.

Cependant il arrive parfois que les vaisseaux n'ont pas le même diamètre; ainsi dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, on voit que les vaisseaux extérieurs, fig. 2, sont très-gros et assez distincts les uns des autres, tandis que les vaisseaux subséquents, par conséquent plus intérieurs, fig. 3, sont extrêmement petits et anastomosés fréquemment. Dans cet arbre, les vaisseaux propres forment dans l'écorce des cercles bien réguliers, fig. 1; on les aperçoit facilement parce qu'ils laissent suinter une gouttelette de liquide laiteux. De manière que dans cette écorce les couches concentriques sont apparentes ainsi que les rayons médullaires.

Il faut noter que les faisceaux primitifs du système central, qui forment un cercle dans l'intérieur de la tige, lorsque celle-ci est encore presque à l'état médullaire, sont généralement droits, distincts et sans réunion entre eux; de manière que les fibres qui les composent peuvent facilement se compter et se suivre dans toute leur étendue, jusqu'au point où elles vont s'épanouir pour former les feuilles, point où elles se partagent ordinairement d'une manière régulière. Mais lorsque les faisceaux sont rapprochés, de telle façon qu'ils forment comme une couche continue, ils paraissent s'unir fréquemment, et les fibres vasculaires qui les constituent passent facilement de l'un à l'autre, de manière à former un réseau à mailles plus ou moins serrées.

Cette disposition se voit bien dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 19, ainsi que dans un grand nombre de plantes; elle se remarque particulièrement dans la racine, ex. *I. Balsamina*,

pl. IX, fig. 17; *Asclepias syriaca*, pl. IV, fig. 7; *Beta sativa*, pl. VIII, fig. 6 et 7, etc.

Mais c'est surtout dans l'écorce que les fibres sont presque toujours ainsi flexueuses et anastomosées. C'est ce qu'on voit d'une manière remarquable sur la surface interne de l'écorce du *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 3, etc.

Nous avons dit que ce sont spécialement ces anastomoses des faisceaux vasculaires de l'écorce qui rendent les prolongements médullaires moins apparents et moins réguliers que dans le système central.

Quatrième période d'accroissement. — Distinction du bois et de l'aubier, des couches corticales et du liber.

Une couche nouvelle se forme chaque année, de la manière que nous venons d'indiquer, de telle façon que le système central est formé de couches concentriques, dont les plus anciennes sont au centre; le système cortical, au contraire, est formé de couches dont les plus anciennes sont repoussées à l'extérieur.

Bientôt il arrive un nouveau changement dans les deux systèmes. La couche la plus interne du système central se distingue des couches extérieures par sa dureté plus grande et sa couleur plus intense. Ainsi les couches extérieures sont blanches ou jaunâtres, et la partie centrale est jaune dans le Chêne, olivâtre dans le Cytise des Alpes, noire dans l'Ébène, rouge dans le Bois de Campêche, etc.

On donne le nom de *bois* aux couches parvenues à l'état parfait, et le nom d'*aubier* aux couches récentes et encore tendres et pâles.

Chaque année, en même temps qu'une couche d'aubier est formée, une couche acquiert les qualités du bois parfait.

Ce changement est produit par les matières qui, se déposant

dans les utricules, deviennent de plus en plus denses, obstruent tous les vides, comme cela s'observe déjà en partie dans le tissu parenchymatheux, et donnent aux couches *ligneuses* la consistance qu'on leur connait. Ces matières sont solubles dans l'acide nitrique.

Quelquefois les couches d'aubier se transforment incomplètement en bois. Quelquefois une couche garde les caractères de l'aubier et est recouverte par des couches de bois; quelquefois les couches se transforment plus vite en bois d'un côté que de l'autre, cela tient à la vigueur relative des diverses parties de l'arbre. C'est la même cause qui fait que les couches ne sont pas de même épaisseur daus toute leur circonférence.

Pendant que les couches internes du système central se solidifient, les couches externes de l'écorce prennent aussi plus de consistance, et se distinguent des couches corticales internes encore tendres, pâles et presque herbacées. Les extérieures retiennent le nom de *couches corticales;* on donne le nom de *liber* aux couches encore tendres.

Lorsque le végétal est arrivé à ce point d'accroissement, il est parvenu à l'état adulte. Alors on voit la tige composée de toutes ses parties, dont nous rappellerons rapidement les dispositions.

Le Système cortical est formé des parties suivantes :

1.° *L'épiderme,* membrane enveloppant tout le végétal, entièrement cellulaire, souvent très-extensible, se déchirant cependant quand les organes qu'elle recouvre prennent trop de développement, formée d'une ou plusieurs couches d'utricules distinctes des utricules sous-jacentes, très-petites, aplaties dans le sens de l'épaisseur, parfois irrégulières, intimement soudées, peu destructibles par macération, à parois épaisses, transparentes, souvent incolores, ne contenant pas de chlorophylle, présentant quelquefois des lignes anastomosées, résultant de la pression de cellules sous-jacentes.

L'épiderme est quelquefois recouvert d'une membrane excessivement mince ; il offre des ouvertures nommées stomates, formées par la non-adhérence de deux utricules à parois plus minces, contenant, selon certains auteurs, une autre utricule très-mince, pleine de matière verte, étendue du bord libre au bord adhérent de l'utricule qui la contient, et susceptible d'élargir l'ouverture stomatique par contraction.

Les stomates sont placés sur les parties herbacés et vertes; ils manquent dans les racines, les pétioles non foliacés, les fruits charnus, beaucoup de pétales, les cicatrices qui remplacent l'épiderme enlevé. Quelquefois ils sont remplacés par des trous irréguliers. Ex. *Nerium*.

Ils sont épars, ou en lignes régulières, ou en groupes arrondis, etc. Ils correspondent ordinairement aux lacunes qu'on rencontre dans le tissu utriculaire.

L'épiderme manque dans les plantes vivant sous l'eau.

2.° La *médulle corticale*, formée par la portion du tissu utriculaire placée en-dehors des faisceaux parenchymateux primitifs, plus ou moins épaisse, composée d'utricules ordinairement grandes, minces, et pleines de chlorophylle, s'exfoliant quelquefois en membranes, Ex. le Bouleau, le Cerisier ; en plaques, Ex. le Platane, prenant un grand développement et une consistance particulière dans le Liége, etc.

La médulle corticale semble quelquefois formée de couches qui se distinguent par la grandeur des utricules, par l'absence ou la présence de la chlorophylle. Quelquefois elle contient des parties parenchymateuses plus ou moins régulières ; elles sont le résultat successif de l'accroissement qui s'est opéré entre le système cortical et le système ligneux.

3.° *Les prolongements médullaires de l'écorce*, partie de la médulle dans laquelle se sont développées les fibres corticales, et qui a été divisée par conséquent en parties plus ou moins épaisses.

Ils sont placés vis-à-vis les rayons médullaires, avec lesquels ils se continuent, quand les points correspondants de la zone interstitielle d'accroissement perdent leur transparence.

4.° Les *couches corticales*, formées primitivement par les portions extérieures ou corticales des faisceaux parenchymateux, et les vaisseaux propres qu'elles contiennent. Elles ont été repoussées en-dehors par la formation des couches nouvelles; elles sont séparables par macération et formées de fibres flexueuses, anastomosées, et formant ainsi un réseau plus ou moins élégant. Ex. le *bois à dentelle*.

5.° Le *liber*, partie la plus interne de l'écorce, formée par conséquent par les productions encore imparfaites, tendres, herbacées. Il constituera successivement les couches corticales quand il prendra plus de consistance, et sera repoussé en-dehors par les parties de nouvelle formation.

Le Système central est formé des parties suivantes :

1.° La *médulle centrale*, portion du tissu utriculaire, qui s'est trouvée en-dedans des premiers faisceaux parenchymateux. Elle est habituellement blanche, quelquefois roussâtre, rarement verdâtre, etc., formée d'utricules grandes, régulières, vides, à parois peu épaisses, élastiques.

La médulle centrale laisse un vide en son centre, quand la tige s'élargit plus qu'elle ne peut prêter de dehors en dedans. Ex. les tiges fistuleuses. Elle se déchire en diaphragmes transversaux, quand la tige s'alonge subitement plus qu'elle ne peut prêter de haut en bas, Ex. Le Phytolacca, les Noyers, etc. Quelquefois elle se solidifie, soit par compression, soit par dépôt de matières dans les cellules, Ex. le Chêne; quelquefois elle renferme des faisceaux vasculaires qui se sont développés après les faisceaux primitifs.

2.° Les *rayons médullaires*, lignes médullaires, rayonnant des parties internes vers la circonférence, placées entre les faisceaux primitifs ou entre les divisions de ces faisceaux, se continuant

avec la médulle centrale dans le premier cas, naissant dans les faisceaux mêmes dans le dernier cas, s'alongeant comme les faisceaux à l'extérieur, par l'accroissement interstitiel, devenant de plus en plus nombreux, parce que les faisceaux vasculaires se partagent en un plus grand nombre de fibres à mesure qu'ils s'alongent.

Les rayons médullaires sont formés d'utricules alongées transversalement, parce qu'ils ont plus de facilité à s'étendre dans ce sens. Leur couleur et leur consistance ne sont pas ordinairement les mêmes que celles des faisceaux vasculaires; ils peuvent rendre les bois jaspés de diverses manières, selon qu'on scie le tronc transversalement ou parallèlement aux rayons médullaires.

3.° Les *couches ligneuses* (*le bois*) formées par les faisceaux vasculaires, accrus, réunis en couches continues et ayant acquis, par les dépôts faits dans les cellules et l'endurcissement des parois vasculaires, toute la consistance qu'ils doivent avoir.

Le premier cercle vasculaire, formé des premiers vaisseaux, a été appelé *étui médullaire*, parce qu'il enveloppe la médulle centrale; il est formé de trachées.

Les groupes vasculaires qui les suivent sont formés de vaisseaux dont les lames s'anastomosent de plus en plus, et dont le diamètre devient de plus en plus grand.

Les groupes vasculaires sont séparés les uns des autres, dans un sens par les rayons médullaires qui forment des lignes divergentes du centre à la circonférence, dans un autre sens par des intervalles parenchymateux plus ou moins réguliers qui, par leur réunion, forment des portions de circonférences séparées les unes des autres par les rayons médullaires.

La couche d'une année diffère de celle de l'année suivante, par ce que la zone qui la termine contient des vaisseaux très-grands, à parois peu consistantes, et clair-semés dans un tissu utriculaire abondant, tandis que la zone qui commence la couche suivante contient des vaisseaux très-petits et très-serrés.

4.° L'*aubier*, formé par les couches extérieures, conséquemment les plus récentes. Elles diffèrent du bois par la consistance beaucoup plus tendre, la couleur beaucoup moins foncée. Elles doivent ces qualités à ce que les utricules ne sont pas oblitérées d'une manière si complète, et que la matière qui les remplit n'est pas aussi dense.

L'aubier est facilement destructible par les insectes et la pourriture ; il est un septième moins résistant que le bois. Ses couches sont plus ou moins nombreuses selon les arbres.

D'après cet exposé on voit que le système cortical et le système central sont formés de parties disposées d'une manière analogue, mais en sens inverse. Les deux systèmes sont séparés par la zone interstitielle d'accroissement, et c'est parce que les parties nouvelles de l'un et de l'autre sont formées dans une même zone, les parties de l'écorce contre la face interne des dernières couches, celles du système central sur la face externe de la couche antérieurement formée, que les parties sont placées dans un ordre contraire.

Ce mode d'accroissement rend aussi raison des faits divers qu'a recueillis la physiologie végétale.

Ainsi c'est parce que l'accroissement de l'écorce est interne et que les couches extérieures enveloppent des parties tous les jours plus volumineuses, que les vieilles écorces sont fendillées.

C'est parce que l'accroissement se fait sur la surface externe du bois et sur la face interne de l'écorce, que si on trace des caractères qui pénètrent jusqu'au bois en traversant l'écorce, la portion qui entame le bois reste sans changement, mais est recouverte par les fibres nouvelles et est enfermée dans l'épaisseur du bois, tandis que la portion des caractères qui traverse l'écorce est repoussée au-dehors, et déformée par la dilatation toujours plus grande des couches corticales.

Si on introduit un fil métallique entre le bois et l'écorce, il déprime la couche gélatineuse qui, se développant au-dessus de

lui, produit des fibres ligneuses, et l'enferme dans les couches du système central.

Si on enlève une portion d'écorce, et qu'on abrite la plaie, l'écorce est régénérée, soit parce qu'une portion de la couche régénératrice adhère à l'aubier, soit parce que les exsudations de celui-ci reforme la couche gélatiniforme, soit parce que le cambium qui s'organise dans les parties environnantes forme une couche qui s'alonge sur la plaie, et y reconstitue les parties corticales.

Si on enlève une partie de bois et qu'on recouvre la plaie par l'écorce, le bois est régénéré sur l'écorce réappliquée par un procédé semblable à celui que nous venons de décrire.

Si on tient une bande d'écorce écartée du système central, il se forme sur la face interne de l'écorce de nouvelles parties corticales et du bois, et sur la face externe du système central il se forme de nouvelles fibres ligneuses et une nouvelle écorce, parce que la couche régénératrice s'étend sur les deux surfaces, et constitue sur l'une comme sur l'autre des vaisseaux corticaux et des vaisseaux trachéens.

Si une couche ligneuse est imparfaitement formée, de sorte qu'elle soit susceptible de se détruire promptement, elle est recouverte néanmoins de couches nouvelles, parce qu'elle est détruite après que la zone transparente a créé de nouveaux éléments corticaux et centraux; de sorte qu'un arbre peut impunément avoir le centre désorganisé, ou une couche moyenne détruite.

Nous terminons ici l'étude des diverses périodes de l'accroissement des tiges: nous allons étudier les racines.

DES RACINES.

Les racines semblent présenter une structure qui diffère notablement de celle des tiges. Nous devons comparer ces deux organes.

On a dit généralement que ces deux parties n'étaient pas formées par le même tissu; qu'au point nommé *collet* ou *nœud vital*, il y avait interruption et changement de nature, que le canal médullaire ne s'étendait pas dans la racine, que les rayons médullaires ne s'y trouvaient pas, que les couches vasculaires n'étaient pas régulières, que les vaisseaux caulinaires ne se continuaient pas avec les vaisseaux de la racine, et que les trachées ne pénétraient pas dans cet organe.

Nous avons à examiner ces différents points.

Lorsqu'on coupe transversalement une racine, il arrive, dans le plus grand nombre des cas, qu'on ne remarque pas, au centre de la section, un canal médullaire régulier, plus ou moins rempli d'une moelle bien circonscrite. C'est surtout lorsque la section a été opérée sur l'extrémité d'une racine qu'on constate l'absence de la médulle centrale. Ainsi dans la souche du *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 4, 13, 14, on voit que les faisceaux vasculaires se rapprochent du point central, fig. 4 *a*, et qu'ils finissent par se souder, fig. 13 et 14, de manière à ne laisser aucune partie médullaire au milieu de la tige.

On est donc conduit à croire que la racine n'a point de médulle centrale, comme la tige.

Lorsqu'on fend verticalement une tige et une racine, on constate les mêmes faits : la tige a un canal médullaire régulier et apparent, la racine paraît le plus fréquemment en être privée. Ainsi, si on fend la racine du *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 1, et sa tige raccourcie qu'on appelle abusivement son collet, on voit que la tige a une médulle centrale, *e*, tandis que la partie centrale de la racine, *a*, ne présente pas de canal médullaire bien déterminé.

On ne peut s'empêcher de remarquer cependant que dans cette plante il y a une partie médullaire centrale, qui est demi-transparente et qui se continue manifestement avec la médulle centrale, *e*; elle a la même organisation, seulement elle diminue insensiblement de diamètre.

On observera des circonstances analogues dans le *Beta vulgaris*, pl. VIII, fig. 1, en fendant sa racine et son collet, c'est-à-dire la tige de la première année.

Cette tige, un peu plus alongée que celle du *Daucus*, a aussi une médulle centrale, *a*, très-développée. La racine paraît en être dépourvue. On voit cependant évidemment que, comme dans le *Daucus*, la médulle centrale se prolonge réellement dans la racine; elle diminue rapidement de diamètre, et bientôt les fibres centrales s'entrecroisent, de manière que le canal médullaire est tout-à-fait effacé.

La section verticale du *Chelidonium*, pl. V, fig. 15, nous montrera aussi la souche munie d'une moelle centrale qui en occupe presque toute l'épaisseur, tantôt sans lacune, tantôt laissant voir des vides, *a, a,* qui annoncent que la tige deviendra fistuleuse.

Mais, dans cette plante, la médulle centrale ne se rétrécit pas brusquement; elle diminue insensiblement de largeur, et pénètre assez avant dans la racine. Ce n'est que vers l'extrémité que les faisceaux fibreux s'entrelacent, de manière à empiéter sur l'organe médullaire et à empêcher de le discerner.

L'*Impatiens Balsamina*, dont la partie médullaire centrale acquiert un grand développement, nous montrera, bien plus que toutes les plantes citées plus haut, que la médulle de la tige se continue dans la racine sans aucune interruption. En effet, si l'on fait une coupe verticale de cette plante, pl. IX, fig. 16, on voit que la moëlle de la tige pénètre dans la racine, et qu'elle se continue même dans toutes les ramifications, qui sont par conséquent pourvues d'une moelle centrale, comme le corps de la racine et la tige; il n'y a que dans ses ramifications radicales qui partent immédiatement d'un gros faisceau fibreux qu'on ne peut voir les centres médullaires se continuer d'une manière large avec la masse médullaire qui occupe le centre du corps principal. Dans les autres, fig. 16 B, B, on voit bien, par une

coupe longitudinale, que la médulle centrale pénètre dans les ramifications et en remplit le centre. Lorsqu'on arrache une de ces ramifications, on voit, fig. 17 B, que les fibres du corps principal s'étendent sur les ramifications, mais que le centre est uniquement formé par le canal médullaire.

Il est de la dernière évidence, dans cette plante, que la moelle de la tige ne cesse pas au collet, qu'elle se continue sans interruption au-delà de ce point avec la moelle de la racine, et se répand dans toutes les divisions de cet organe.

On ne peut donc admettre que la racine diffère de la tige par l'absence de la moelle centrale. Les fibres radicales naissent, comme celles de la tige, au milieu d'un tissu médullaire plus ou moins abondant, et ce tissu est continu avec celui de la tige; parfois ces fibres laissent au centre une partie médullaire régulièrement circonscrite par les vaisseaux comme celle de la tige; mais le plus souvent les faisceaux fibreux, plus sinueux, s'unissent de manière que la médulle centrale n'est plus régulièrement circonscrite : sa présence alors ne peut plus être constatée. Enfin les faisceaux fibreux peuvent se souder au centre de manière à oblitérer réellement le canal médullaire, *Chelidonium*, pl. IV, fig. 14. Ces faisceaux, le plus souvent, ne se rapprochent qu'insensiblement, *Chelidonium*, pl. V, fig. 15; *Beta*, pl. VIII, fig. 1; cependant ils se portent quelquefois assez brusquement vers le centre, *Daucus*, pl. X, fig. 1.

L'absence des rayons médullaires est le deuxième caractère qu'on a annoncé, comme pouvant servir à distinguer la racine de la tige. En effet, dans le plus grand nombre des racines, on ne voit pas de lignes médullaires, rayonnant régulièrement du centre et s'étendant jusqu'à la circonférence. Cela tient à ce que les fibres de la racine deviennent plus flexueuses, plus anastomosées, ou plus subdivisées que celles de la tige, de manière que les intervalles médullaires ne sont pas continus; à chaque instant ils sont interrompus par un faisceau qui va se réunir au

faisceau voisin, ou par une subdivision qui se détache d'un faisceau pour rester isolé ou aller s'agglutiner à un autre.

Cependant, dans presque toutes les racines, les faisceaux fibreux commencent par être isolés au milieu du tissu utriculaire. Les intervalles qui les séparent sont donc à bon droit regardés comme des rayons médullaires. Le plus grand nombre des racines, dans leur premier âge, et surtout dans leur partie supérieure, montrent des rayons médullaires qui restent bien réguliers. C'est ce qu'on peut voir dans la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 1, 2, 3; dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 4; dans la souche du *Bocconia*, pl. V, fig. 4; dans l'*Asclepias syriaca*, pl. VI, fig. 6 : toutes ces racines ont des rayons médullaires aussi apparents que ceux des tiges, etc.; ils sont encore bien nettement appréciables dans le *Daucus Carotta*, pl. X, fig. 4; ils sont encore fort apparents et fort larges, lorsque les faisceaux fibreux se sont rapprochés au centre, dans le *Chelidonium majus*, pl. IV, fig. 13 et 14.

Les rayons médullaires existent donc dans la racine comme dans la tige : seulement ils sont moins réguliers dans un grand nombre de circonstances; mais on ne peut trouver là une dissemblance dans la structure. Les faisceaux fibreux sont séparés par des intervalles utriculaires qui sont analogues aux rayons médullaires, bien qu'ils n'aient pas toujours la forme d'une ligne rayonnante. Sous ce rapport, la structure des racines est fondamentalement la même que celle des tiges.

Les couches vasculaires ne sont pas toujours aussi régulières dans les racines que dans les tiges; cependant on ne voit pas, sous ce point de vue, de grandes dissemblances. Il arrive quelquefois que les circonférences médullaires qui séparent chaque cercle de vaisseaux prennent un grand développement dans les racines charnues; c'est ce qui a lieu, par exemple, dans la *Betterave*, pl. X, fig. 2. Dans cette plante, chaque cercle de vaisseaux, accompagné de sa circonférence médullaire, imite

une couche distincte, de sorte que la racine qui n'a végété que pendant un été est en quelque sorte semblable à celle dont la végétation a duré pendant plusieurs saisons successives. Ce qui contribue encore à faire paraître la racine comme composée de couches distinctes, c'est surtout cette circonstance que le tissu utriculaire qui touche immédiatement les vaisseaux reste transparent et forme, en raison du rapprochement des groupes de vaisseaux, un cercle qui ne paraît pas interrompu.

Les cercles transparents et gélatiniformes qui accompagnent les fibres vasculaires imitent en quelque sorte la zone interstitielle d'accroissement, et comme elles sont multiples, on a peine, au premier abord, à discerner les parties qui appartiennent au système central. Cette difficulté de diagnostic augmente encore, parce que l'écorce est excessivement mince et se confond très-facilement avec le cercle le plus extérieur du système central. Mais avec un peu d'attention, et surtout en recourant à l'examen microscopique des vaisseaux qui forment les cercles concentriques, on s'assure que l'on ne doit prendre pour l'écorce entière que la partie mince qui aurait pu paraître ne devoir constituer que l'épiderme.

Les cercles transparents qui accompagnent les séries circulaires de vaisseaux ont très-peu de consistance et se déchirent avec facilité, de sorte que les parties qui composent la couche se séparent très-aisément et qu'on peut ainsi partager la racine en plusieurs zones superposées. Cette circonstance est sans doute une des causes qui font que, lorsque, dans les sucreries, on présente une betterave à la râpe parallèlement à son axe, la pulpe fournit moins de jus lorsqu'elle est pressée. Cela a lieu, sans doute, parce que de longs fragments de zones se sont détachés et que moins de cellules ont été ouvertes.

La *Carotte*, pl. X, fig 4, qui semble fort semblable à la betterave, en diffère beaucoup parce que son écorce a une grande épaisseur et que les cercles vasculaires ne forment pas de

couches distinctes. La zone d'accroissement est très-sinueuse ; elle paraît divisée par les rayons médullaires qui font saillie hors du système central; mais la zone transparente, si ténue qu'elle soit, et la différence de couleur, distinguent bien le système central et le cortical, séparés l'un de l'autre comme dans la tige. Dans la *Carotte*, les utricules du système central, comme celles du système cortical, sont encombrées de globuline, tandis que dans la *Betterave* elles ne contiennent que des sucs limpides.

Mais nous ne nous étendrons pas davantage sur les particularités de structure que peuvent présenter les racines; il nous suffit de constater les faits généraux. Nous nous bornerons donc à dire que les couches vasculaires, les circonférences et les rayons médullaires sont analogues dans les racines et les tiges; que dans les premières seulement ils ont une tendance à devenir irréguliers.

Il ne nous reste plus qu'à voir si ces deux organes, dont les parties sont disposées d'une manière analogue, sont réellement formés par les mêmes vaisseaux. Lorsqu'on dépouille une tige de son écorce, et qu'on la fait macérer, ce que j'ai fait, par exemple, pour l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 17, on voit que les fibres de la tige se continuent sans aucune distinction sur la racine et ses ramifications.

On peut remarquer de même cette continuité des vaisseaux sur une coupe verticale de la tige, fig. 16; aucune intersection ne se fait voir dans les fibres de la plante au point qu'on nomme nœud vital. Il faut donc admettre que ce sont les vaisseaux de la tige qui s'alongent pour former la racine.

Il est vrai que le plus grand nombre des auteurs a dit que les racines n'avaient pas de trachées. Nous devons chercher à déterminer ce que cette assertion a de vrai.

Dans un assez grand nombre de racines, on ne rencontre pas de trachées déroulables, surtout vers l'extrémité. Par exemple, dans le *Beta*, pl. VIII, fig. 3, 4, on ne trouve que des trachées à lames un peu anastomosées et des vaisseaux à ponctuations assez régulières ou à lames confusément unies.

Dans le *Chelidonium*, pl. IV, fig. 5, et dans le *Bocconia*, pl. V, fig. 5, dans l'*Asclepias*, pl. IV, fig. 4, je n'ai pas aperçu de trachées dans la coupe verticale de la racine ; mais par la macération de la racine du *Chelidonium*, j'ai obtenu des trachées simples et à lames écartées, pl. IV, fig. 6. Dans la *Carotte*, on trouve même, à l'extrémité de la racine, des trachées à lames libres, pl. X, fig. 2, ou peu anastomosées, fig. 3.

La coupe verticale de la racine du *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 4, faite dans la partie moyenne du corps de la racine, au-dessous des principales ramifications, montre aussi des trachées à lames simples et multiples, écartées ou rapprochées, etc.; cependant le nombre en est moins grand que dans la tige. Les petites ramifications de la racine ne paraissent pas contenir de trachées à lames déroulables; à peine y rencontre-t-on de petits vaisseaux à raies transversales : ce sont presque exclusivement des vaisseaux très-gros, à ponctuations confuses, qui constituent les fibrilles radicales.

Les vaisseaux articulés ou moniliformes se rencontrent particulièrement dans les racines; ils y sont plus irréguliers, et semblent se rapprocher davantage du tissu utriculaire. Ex. *Chelidonium*, pl. IV, fig. 7, 8.

On voit par ces faits que les trachées pénètrent réellement dans les racines, mais elles y deviennent plus rares que dans les tiges, surtout aux extrémités. Les lames spirales y sont généralement plus serrées et plus anastomosées. Dans les cas les plus fréquents, on ne rencontre dans le caudex descendant que des vaisseaux ponctués, et les ponctuations deviennent plus nombreuses, plus petites, plus confuses. Les articulations qu'ils présentent sont plus communes, plus difformes, plus semblables aux utricules.

Il semble d'après cela que les premiers vaisseaux qui se forment dans les tiges ne s'étendent pas tous jusqu'aux racines, que même, dans un grand nombre de cas, aucun d'eux ne

pénètre jusqu'aux fibrilles radicales; peut-être même il y a des racines qui ne contiennent de trachées dans aucune de leurs parties. Il n'y aurait donc que les dernières formations des couches caulinaires qui entreraient dans la composition des racines, et les raies ou ponctuations des vaisseaux y prendraient un caractère de confusion beaucoup plus grand.

On observe même que des faisceaux caulinaires cessent en entier de se faire voir dans le corps principal des racines. Ainsi, dans le *Chelidonium*, pl. IV, la partie supérieure de la racine, fig. 4, présente autant de faisceaux que la partie inférieure de la tige. Mais à mesure que les sections transversales deviennent inférieures, elles montrent que les racines présentent un nombre de faisceaux moins considérable. Ainsi dans la fig. 13, on n'observe plus que trois faisceaux; dans la fig. 14 il n'y en a plus que deux.

Dans les divisions supérieures de la tige, le nombre des faisceaux primitifs ne diminue pas : chaque nouvelle pousse, chaque rameau, a un nombre de cordons parenchymateux égal à celui qu'on observait à la base de la tige: seulement les faisceaux de celle-ci prennent un développement plus ou moins grand, à mesure qu'elle forme des verticilles ou des spirales de feuilles plus nombreuses. Dans la racine il n'en est point ainsi. On est donc disposé à admettre une différence dans le mode d'accroissement des deux parties. Dans la tige, les fibres qui donnent naissance aux pousses nouvelles et aux feuilles qu'elles doivent porter, sont formées par l'élongation des anciens faisceaux, et conserveront la propriété de concourir à créer les fibres subséquentes, qui s'organisent par conséquent dans toute l'étendue de la tige et de ses divisions. Les feuilles extrémités de ces faisceaux caulinaires successifs ne partagent pas la propriété reproductive. Les racines paraissent être en quelque sorte dans le même cas : chaque nouvelle production des racines serait formée par l'alongement des fibres caulinaires qui se ramifieraient infé-

rieurement en racines, comme elles s'épanouissent supérieurement en feuilles; et les ramifications radicales ne participeraient pas plus à la formation des nouvelles fibres radicillaires, que les feuilles ne participent à la reproduction des feuilles d'une nouvelle évolution. La propriété de reproduction appartiendrait donc exclusivement à la tige et aux rameaux, subdivisions de la tige. On concevrait alors pourquoi la plante meurt lorsqu'on lui enlève le collet : elle périt alors parce qu'on coupe le végétal au-dessous de la dernière portion caulinaire en laquelle réside la force reproductive. La racine ne reproduira pas plus de bourgeons que les feuilles.

On peut donc penser que la racine est l'expansion inférieure des faisceaux fibreux de la tige, comme les organes foliacés en sont l'expansion supérieure. Les racines ne sont que des feuilles persistantes et fasciculées, puis séparées en fibrilles.

Mais par cela même que les faisceaux restent long-temps unis et soudés en un seul corps, les parties parenchymateuses qu'elles ont reçues pour former de nouvelles fibrilles sont parfois assez puissantes pour former un centre vital et produire de nouveaux bourgeons, et par suite de nouvelles tiges qui entretiendront la vie de la plante. Aussi l'on voit certaines racines dont la tige a été enlevée au-dessous du collet reproduire d'autres tiges; on voit certaines plantes dont les racines sont susceptibles de former des boutures; comme on voit certaines feuilles charnues, dans lesquelles le tissu parenchymateux est abondant, former des bourgeons et par conséquent de nouvelles plantes.

Nous allons maintenant étudier la formation des feuilles, des bourgeons et des fleurs.

DES FEUILLES.

Les feuilles sont formées par la terminaison des faisceaux vasculaires qui s'échappent du corps de la tige pour s'épanouir

et former des expansions souvent membraneuses. La tendance des fibres à s'échapper de la tige est telle, qu'au moment de leur création, leur extrémité est aussitôt proéminente, et forme le rudiment d'une nouvelle feuille.

La disposition des fibres caulinaires détermine la disposition des feuilles. Rien n'est donc plus important que d'étudier l'arrangement des fibres caulinaires, et les divers modes d'épanouissement qu'elles affectent, car rien n'est plus utile que d'expliquer la disposition des feuilles sur la tige, de la préciser, de donner les caractères fondamentaux qui servent à distinguer certaines modifications, de celles avec lesquelles on peut les confondre, et de faire voir comment on passe d'un mode de distribution à un autre. En effet, le rôle des expansions foliacées est trop essentiel, les caractères qu'elles fournissent sont trop nombreux et ont trop de valeur pour qu'on puisse les négliger; et d'ailleurs les enveloppes florales, les organes sexuels eux-mêmes, considérés anatomiquement, ne sont rien autre chose que des feuilles; conséquemment la connaissance des divers arrangements que celles-ci affectent doit expliquer la distribution et la symétrie des parties de la fleur. Il est donc évident que les considérations les plus profondes de la botanique se rattachent au sujet dont nous nous occupons ici.

Pour bien connaître le mode d'épanouissement des feuilles, nous avons à savoir :

Combien de fibres distinctes concourent à la formation d'une feuille ;

Combien de feuilles le cercle des faisceaux vasculaires constitue, et conséquemment de combien d'appendices foliacés chaque verticille ou chaque spirale sera formée.

Dans quel ordre s'échappent les fibres qui se rendent aux feuilles de chaque verticille ou de chaque spirale ;

Dans quelle relation sont les fibres d'un verticille ou d'une spirale supérieure avec celles des verticilles ou spirales antérieurement formées.

Nous allons étudier ces questions importantes.

Pour rendre notre examen méthodique, nous observerons séparément les feuilles dont la distribution sur la tige présente une notable différence : nous nous occuperons successivement des feuilles opposées, des feuilles verticillées, et des feuilles alternes ou spiralées.

Feuilles opposées.

Nous commençons par les feuilles opposées, car elles présentent la symétrie primitive sans altération, et les dispositions qu'elles offrent à notre observation feront comprendre les altérations que le type primordial a éprouvées dans les autres feuilles.

Nous avons vu que les jeunes tiges, ou les jeunes rameaux, au moment de leur formation, présentaient un cercle vasculaire constitué par un nombre déterminé de faisceaux : ce sont ces faisceaux qui sont destinés à former les feuilles.

Le cercle vasculaire n'étant pas toujours formé par le même nombre de faisceaux, les feuilles ne doivent pas recevoir le même nombre de fibres. Effectivement, ce nombre est différent dans les diverses plantes. Par exemple, les feuilles de *l'Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, ne reçoivent qu'un faisceau vasculaire;

Celles du *Centranthus ruber*, pl. XI, trois;

Celles du *Sambucus laciniata*, pl. X, cinq;

Celles de *l'Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, sept.

Ce nombre, déterminé par le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire de la tige, est, en général, assez constant. Il est cependant sujet à varier quand il est très-considérable.

Le cercle vasculaire de la tige ne contient pas seulement les fibres destinées à former un seul verticille; il renferme aussi les faisceaux vasculaires qui doivent constituer le deuxième verticille, qui sont en nombre égal, et alternent avec celles du premier verticille. Ce sont ces faisceaux que nous avons vus se dis-

tinguer dans la tige, soit parce qu'ils sont moins volumineux, soit parce qu'ils sont plus intérieurs ou plus extérieurs.

Le cercle vasculaire contient en outre, de très-bonne heure, les fibres des verticilles supérieurs.

Ces derniers, dans l'ordre régulier et le plus fréquent, forment des groupes distincts, placés entre les faisceaux primitifs, et les égalant conséquemment en nombre.

Il arrive alors que le cercle vasculaire de la tige contient un nombre de faisceaux quadruple du nombre des fibres que reçoit chaque verticille.

Ainsi le *Centranthus*, pl. XI, fig. 2 et 3, fournit six fibres pour chaque verticille, trois pour chaque feuille; le cercle vasculaire sera formé de vingt-quatre faisceaux. La tige du *Sambucus*, dont chaque feuille a cinq faisceaux, présentera un cercle vasculaire de quarante faisceaux.

Nous allons examiner avec détail la disposition de ces faisceaux, dans les plantes qui semblent présenter le type régulier de la disposition des faisceaux foliaires.

Dans le *Centranthus*, par exemple, si vous coupez transversalement la tige, pl. XI, fig. 1, vous voyez six faisceaux, *d*, *d'*, *d*, *d*, *d'*, *d*, et six autres *e'*, *e*, *e*, *e*, *e'*, *e*, qui sont composés chacun de trois faisceaux rapprochés; il y a donc en tout vingt-quatre faisceaux; dans la partie supérieure de la tige, les parties qui composent les faisceaux *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, ne sont pas soudées; de sorte qu'il y a réellement vingt-quatre faisceaux libres. Les feuilles reçoivent, comme nous l'avons dit, chacune trois faisceaux, c'est-à-dire six par verticille.

Les fig. 2 et 3 représentent les faisceaux vus longitudinalement; dans la fig. 2, ils sont disposés circulairement, conséquemment on n'en voit que la moitié, plus un; dans la fig. 3 ils sont étalés sur un seul plan, conséquemment on voit les vingt-quatre.

b, *a*, *b*, *b*, *a*, *b*, fig. 3, sont les fibres du premier verticille;

d, c, d, d, c, d, sont celles du deuxième verticille; *e, e, e, e, e, e,* sont les fibres destinées à former les verticilles supérieurs.

Dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 2, on observe une disposition toute semblable; les parties seulement ne sont pas en même nombre : les faisceaux sont au nombre de quarante, et chaque verticille en reçoit 10. ABBCC, ABBCC sont les fibres du premier verticille; DFFGG, DFFGG celles du deuxième; *eeeeee*, etc., celles des verticilles supérieurs.

On voit d'après ces exemples que le nombre des faisceaux du cercle vasculaire de la tige est pair;

Que le nombre des fibres de chaque verticille est pair aussi, et forme le quart du nombre des faisceaux de la tige;

Que chaque feuille reçoit la moitié des fibres destiuées au verticille dont elle fait partie, et que cette moitié est impaire;

Que, par conséquent, il y a un faisceau médian, accompagné de faisceaux latéraux en nombre égal dans chaque feuille et de chaque côté de la feuille.

En observant l'ensemble des faisceaux d'un verticille on voit :

Qu'ils occupent toute la circonférence de la tige;

Que les faisceaux médians sont exactement à l'opposite l'un de l'autre.

Ainsi, dans la fig. 1 du *Centranthus*, pl. XI, *d, d', d, d, d', d,* sont les faisceaux du premier verticille; *d', d',* à l'opposite, sont les faisceaux médiaus, *d, d, d, d,* les faisceaux latéraux; dans les fig. 2 et 3, *a, a,* sont les faisceaux médians, *b, b, b, b,* sont les faisceaux latéraux. La même disposition s'observe dans le *Sambucus*, etc.

On remarque, en outre, que les faisceaux médiansdu deuxième verticille sont placés, de chaque côté, dans l'intervalle qui sépare les fibres d'une feuille de celles de la feuille opposée, de manière à diviser les faisceaux en deux groupes.

Les fibres latérales du deuxième verticille sont placées entre

les latérales du premier. Ainsi, dans la figure 1 du *Centranthus*, les faisceaux médians des groupes *e' e'* formeront la nervure médiane des feuilles du deuxième verticille; et les faisceaux médians de *e*, *e*, *e*, *e*, formeront les nervures latérales des feuilles de ce verticille ; dans les fig. 2 et 3, ce sont les faisceaux *c*, *c*, qui formeront les nervures moyennes des feuilles du deuxième verticille et *d*, *d*, *d*, *d*, les nervures latérales.

Il résulte de cette disposition que les feuilles doivent être opposées en croix.

Enfin, on observera que les faisceaux qui doivent former les feuilles des verticilles supérieurs sont placés entre ceux des deux premiers verticilles. Ce sont *e*, *e*, *e*, *e*, etc., des fig. 2 et 3, ce sont les faisceaux latéraux des groupes *e*, *e*, *e*, etc. de la fig. 1.

Il résulte de là que ces faisceaux sont en nombre double.

Il résulte aussi de cette disposition générale qu'entre les faisceaux du premier verticille il y a trois fibres, la médiane qui appartient au deuxième, et les deux latérales qui appartiennent aux étages supérieurs.

Il arrive que les faisceaux latéraux les plus éloignés du faisceau médian s'anastomosent en arcade avec les faisceaux latéraux correspondants de la feuille opposée, dont ils sont voisins; de manière que les deux feuilles sont réellement unies entre elles. C'est cette disposition qui rend les feuilles *connées*. On peut la voir dans le *Centranthus*, pl. XI, fig. 4; *a*, *a*, sont les faisceaux médians des feuilles du premier verticille; *b*, *b*, un faisceau latéral de chacune des feuilles; ces faisceaux s'anastomosent entre eux en fournissant chacun un rameau qui, s'unissant au rameau semblable de l'autre feuille, forme une arcade.

De l'arcade anastomatique partent des faisceaux secondaires *h*, *h*, qui se rendent aux feuilles ; de sorte que celles-ci reçoivent plus de fibres qu'il n'y a de faisceaux primitifs ; mais ce ne sont que des ramifications des faisceaux principaux.

La deuxième feuille, vue dans un sens différent, offre une

disposition identique : c'est le faisceau médian d'une feuille, *d, d,* ses faisceaux latéraux qui produisent les branches *i, i,* qui vont s'unir avec les branches des faisceaux de la feuille placée de l'autre côté de la tige et forment une arcade d'où sortent les fibres *k, k.*

Dans le *Sambucus*, pl. X, f. 1, il y a aussi une arcade, mais elle est renversée et tient au point E, comme si c'était le faisceau médian D du deuxième verticille qui envoyât de chaque côté une ramification fine qui va s'accoler aux faisceaux latéraux C,C, du premier verticille, ou comme s'il y avait deux faisceaux latéraux accolés au faisceau D qui s'en détachent au point E. Ces fibrilles, qui vont se réunir à C,C, partant du même point, rendent les feuilles du *Sambucus* connées, comme celles du *Centranthus.* C'est probablement aussi l'arcade qui fournit les nervures des petites stipules filiformes qu'on voit entre les feuilles du *Sambucus.*

La manière dont les faisceaux placés entre ceux des deux premiers verticilles forment les feuilles des verticilles supérieurs mérite d'être étudiée. Au point d'épanouissement, ces faisceaux, *Centranthus*, pl. XI, fig. 2 et 3 *e, e,* envoient au-dessus de la fibre épanouie un cordon, *f, f, g, g,* qui s'anastomose, par arcade, avec un cordon semblable du faisceau correspondant, et forme une fibre nouvelle qui remplace celle qui s'est portée dans la feuille et qui concourra à former le troisième verticille.

La même chose se passe au deuxième verticille : les faisceaux *e, e,* qui ont donné une branche à droite, au-dessus d'une feuille du premier verticille, en donnent une à gauche, au-dessus d'une feuille du deuxième verticille, et *vice versâ,* ceux qui en ont fourni à gauche au premier en donnent à droite au deuxième ; les fibres reformées au-dessus de celles qui ont formé le deuxième verticille iront concourir à la formation du quatrième.

Ainsi sont toujours réparées les fibres épanouies.

Il résulte de ce mode de reformation que les nervures des feuilles, les nervures médianes comme les latérales, sont réellement formées de deux fibres accolées, et que même les nervures impaires ne sont pas insymétriques.

Cette *gémination* des faisceaux foliaires semble fondamentale; elle est comme le type régulier des expansions foliacées. Si l'on recherche, en effet, la formation première des fibres foliaires, on trouve qu'elle confirme la pensée qne nous énonçons. Par exemple, un grand nombre de feuilles séminales (cotylédons développés) ne correspondent pas à l'un des faisceaux primitifs de la tigelle, et leur nervure médiane est formée par deux cordons fournis par deux faisceaux latéraux. On peut voir facilement cette disposition curieuse dans le *Cucumis Melo*, pl. II, fig. 3, et autres Cucurbitacées, dans l'*Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 20; dans le *Lin*, les *Crucifères*, etc.

La feuille de l'*Aristolochia Clematitis*, pl. XII, fig. 2, nous présente cette disposition d'une manière fort remarquable. Cette plante n'a pas de faisceau médian répondant au centre de chaque feuille; elle a deux faisceaux, *a*, *a*, qui se bifurquent au sommet; la branche interne de chaque bifurcation s'unit à la voisine pour former la nervure médiane, C; les branches externes s'unissent en arcades avec deux faisceaux distincts *b*, *b*, et produisent les nervures latérales de la feuille, *d*, *d*; les arcades fournissent encore deux très-petites nervures, *e*, *e*, qui forment aussi deux petites nervures latérales plus extérieures.

Cette disposition des nervures explique la singulière conformation de la feuille de cette *Aristoloche*. Sa feuille est *pédalinervée*, c'est-à-dire que la nervure médiane, fig. 3, *f*, est moins forte que les latérales, et que celles-ci produisent, par leur côté interne, les principales nervures, *g*, *h*, *i*, *k*; cela doit être, parce que la nervure médiane n'est formée que par de

petits filets des deux minces faisceaux, *a*, *a*, tandis que les nervures latérales sont constituées par deux faisceaux spéciaux, *b*, *b*, plus volumineux et augmentés encore par la partie la plus forte des faisceaux, *a*, *a*.

Outre la gémination des cordons foliaires, le mode de reformation que nous avons décrit montre encore que les feuilles du troisième, du cinquième, du septième verticille doivent être au-dessus les unes des autres et correspondre à celles du premier; celles du quatrième, du sixième, du huitième doivent être superposées et correspondre à celles du deuxième. Ainsi les fibres d'un verticille impair ont successivement repris la place de celles du verticille impair inférieur aussitôt leur épanouissement et les ont en quelque sorte reconstituées; la même chose se passe pour les verticilles pairs.

D'après cet ordre aussi les faisceaux médians correspondent toujours aux faisceaux médians, les faisceaux latéraux aux faisceaux latéraux, et ceux-ci gardent toujours leur rang, c'est-à-dire que le plus voisin du médian reste toujours le plus voisin, et ainsi de suite.

Il résulte encore des dispositions que nous avons décrites, qu'entre les fibres destinées à former les expansions foliacées, il y a des faisceaux qui semblent réparer toujours les fibres épanouies, mais ne s'épanouir jamais.

Nous considérons les fibres foliaires comme engendrées successivement par le développement de ces faisceaux réparateurs, et formées par les branches d'anastomoses qu'ils fournissent successivement. Les personnes qui considèrent les fibres végétales comme venant d'en haut regarderont, au contraire, les faisceaux intercalaires comme venant des feuilles et constituant les gros faisceaux réparateurs. Dans ce système inverse, elles diront : le faisceau A, *Centranthus*, pl. XI, fig. 3, venant d'une feuille supérieure à la feuille *c*, rencontre le faisceau de cette feuille qui s'épanouit; il est forcé de se bifurquer et jette

une branche de chaque côté ; l'une rencontre B venant d'une feuille encore plus supérieure, l'autre rencontre, de l'autre côté, une fibre correspondante à laquelle elle s'unit. Arrivé au point ou la fibre *b* s'épanouit, le faisceau B est encore augmenté d'une branche du faisceau C, qui se bifurque au-dessus de *b*, de sorte que les faisceaux réparateurs B sont formés par les fibres des feuilles supérieures, qui descendent perpendiculairement au-dessus des fibres des feuilles inférieures et se bifurquent au-dessus du point où ces fibres s'échappent de la tige et se jettent dans les intervalles qu'elles laissent entre elles. Nous indiquons cette manière de considérer les choses pour montrer que l'ordre symétrique que nous exposons peut recevoir son explication dans les deux systèmes d'accroissement; mais nous admettons que les fibres nouvelles sont formées, comme nous l'avons dit, par les faisceaux préexistants.

Nous avons dit que, dans l'ordre régulier, les fibres destinées à former les troisième et quatrième verticilles, ainsi que les suivants, forment un faisceau placé dans l'intervalle des fibres des deux premiers étages ; mais il n'en est pas toujours de même.

Dans certaines plantes, les fibres des feuilles supérieures restent isolées les unes des autres entre les faisceaux des deux verticilles inférieurs, en d'autres termes les fibres successives, formées par les faisceaux parenchymateux, se séparent promptement et sont distinctes. Dans ce cas, le cercle vasculaire de la tige présente un plus ou moins grand nombre de fibres, selon qu'un plus ou moins grand nombre de feuilles se sont développées. L'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, le *Richardia scabra*, pl. XIII, le *Phyllis Nobla*, pl. XIII, présentent cette disposition ; le *Rubia tinctorum*, pl. XII, fig. 1 et 2 ; le *Galium glaucum*, pl. XIV, fig. 2 ; l'*Asperula odorata*, pl. XIII ; l'*Asperula taurina*, pl. XIII, fig. 1 et 2, et autres Rubiacées, présentent une disposition analogue.

Mais le nombre des fibres allant toujours en augmentant, il

arrive de bonne heure qu'elles se touchent ; alors elles forment une couche continue.

Dans d'autres plantes, les fibres des feuilles supérieures, au lieu de rester isolées ou de former un faisceau unique dans l'intervalle qui sépare les fibres épanouies, se partagent en deux groupes qui s'accolent aux bords du faisceau au-dessus duquel elles sont, de sorte que les fibres foliaires forment des faisceaux qui semblent continus; le nombre des faisceaux du cercle vasculaire n'est plus alors que double du nombre de fibres nécessaires à la formation d'un verticille, la moitié formant les verticilles pairs, l'autre moitié les verticilles impairs. Ainsi dans l'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, les feuilles ne reçoivent qu'un seul faisceau, la tige en aura donc quatre: deux opposés formeront le premier, le troisième, le cinquième verticille; les deux autres le deuxième, le quatrième, le sixième verticille, etc. Au point d'épanouissement, les fibres latérales s'écartent des fibres centrales qui s'échappent de la tige, et elles se rapprochent ensuite pour aller former la feuille supérieure, et ainsi de suite. Les plantes dont les fibres ont une telle disposition, qui, du reste, est fréquente, ont une grande tendance à prendre des feuilles alternes.

Enfin il arrive que le faisceau réparateur va se souder alternativement à l'un et à l'autre faisceau voisin, changeant de côté à chaque verticille : c'est ce qu'on voit, par exemple, dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4. Dans cette plante, les faisceaux réparateurs qui ont été accolés aux faisceaux de la première feuille *d*, *d'*, *d*, etc., se portent sur ceux du deuxième verticille, *e*, *e'*, *e*, etc.; aussitôt l'épanouissement des premières fibres aux points *f*, *f*, *f'*, etc., on les voit en effet se séparer, former les cordons *i*, *i*, *i*, qui se bifurquent bientôt pour donner naissance aux cordons *a*, *a*, qui se portent sur le faisceau d'une feuille du deuxième étage, et aux cordons *b*, *b*, qui, en s'unissant au-dessus de la première feuille, donneront naissance à la feuille du troisième étage.

Arrivés aux points où les fibres du deuxième nœud s'épanouissent, les cordons réparateurs quitteront les faisceaux de cet étage, fourniront les branches qui doivent les remplacer, c'est-à-dire former le quatrième épanouissement, et s'accoleront aux faisceaux qui vont former les feuilles du troisième étage, et ainsi successivement d'étage en étage.

Dans ces plantes encore, le nombre des faisceaux du cercle vasculaire de la tige est seulement double du nombre des fibres nécessaires pour former un verticille. Ainsi, dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4, chaque feuille reçoit trois fibres *d, d', d*, conséquemment le verticille en a six. Le cercle vasculaire de la tige aura douze faisceaux, fig. 1 et 4; *d, d', d, d, d', d*, sont les faisceaux du premier verticille augmentés des faisceaux réparateurs accolés; *e, e', e, e, e', e*, les faisceaux du deuxième verticille, qui prendront les faisceaux réparateurs immédiatement après l'épanouissement des feuilles du premier verticille.

Cette disposition fait que les faisceaux deviennent alternativement plus gros de nœud en nœud ou de verticille en verticille. Or, comme les gros faisceaux sont ceux qui forment, à l'extérieur, les angles de la tige du *Clematis*, il en résulte que les angles saillants d'un mérithalle (intervalle des nœuds) répondent aux angles rentrants du mérithalle supérieur et de l'inférieur.

Les faisceaux dont nous avons décrit l'arrangement ne sont distincts que lorsque les tiges ou les rameaux sont dans la première période d'accroissement. A mesure qu'ils se développent, qu'ils produisent de nouvelles feuilles et conséquemment de nouveaux groupes vasculaires, leurs faisceaux augmentent de volume, se touchent, et constituent une couche continue dans laquelle il est difficile ou tout-à-fait impossible de reconnaître le nombre et l'arrangement des faisceaux primitifs. Ainsi dans la fig. 1 du *Centranthus ruber*, pl. XI, que nous avons citée, les

faisceaux destinés à la deuxième feuille et les faisceaux réparateurs sont déjà réunis trois à trois de manière à former les faisceaux *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, dans lesquels on finit par ne plus reconnaître les faisceaux primitifs. Ces faisceaux, se soudant avec ceux des premières feuilles, forment bientôt une couche continue comme on le voit dans la figure 4; cependant, même à cette époque, on reconnaît encore les faisceaux foliaires dans certaine partie de leur étendue : au point où les faisceaux foliaires s'échappent de la tige pour s'épanouir, les faisceaux *e*, etc., s'écartent de manière que les faisceaux foliaires restent isolés au milieu d'un vide ovalaire.

Au-dessus du point d'expansion des faisceaux foliaires, les faisceaux, *e*, etc., qui doivent remplacer les faisceaux épanouis se courbent en sens inverse, pour se reporter au-dessus des faisceaux *a*, *a*, *b*, *b*, qui manquent, de manière qu'ils laissent un nouveau vide ovalaire, au milieu duquel on voit les fibres *c*, *d*, *d*, qui doivent former le faisceau médian, et deux faisceaux latéraux d'une feuille supérieure, et dans toute la longueur du mérithalle une strie plus ou moins profonde montre encore la séparation des faisceaux foliaires et des faisceaux réparateurs.

Ainsi, même lorsque la couche annuelle commence à être complète, on reconnaît parfois encore la disposition symétrique des faisceaux foliaires, mais cela devient de moins en moins facile.

La couche est d'autant plus vite continue que les faisceaux sont plus nombreux et plus rapprochés. Ainsi, dans le *Sambucus*, pl. X, fig. 1 et 2, les faisceaux foliaires sont disposés exactement comme dans le *Centranthus*, mais chaque feuille reçoit cinq faisceaux distincts au lieu de trois. Il en résulte que le cercle caulinaire contient quarante faisceaux au lieu de vingt-quatre, et par cette raison ils forment bientôt un cercle continu dans lequel les faisceaux sont si serrés qu'on n'y peut même plus distinguer de rayons médullaires, comme nous l'avons fait remarquer.

Cependant, même lorsque la couche est continue, on voit encore au point d'expansion des fibres, fig. 4, que la partie supérieure des faisceaux foliaires, *a, b, b, c, c,* reste isolée dans une ouverture qui se clot bientôt au-dessus d'elles; cependant au-dessus de la nervure médiane est un écartement, *d*, qui correspond à la base du bourgeon axillaire. Lorsque l'accroissement continue, et que le nombre des feuilles augmente encore, on ne voit plus que des ouvertures arrondies très-petites, fig. 5 et 6 *a*, *b*, *c*, par lesquelles sortent les faisceaux foliaires (la figure 5 montre les cinq ouvertures d'une seule feuille; la figure 6 montre trois ouvertures de chacune des deux feuilles opposées). L'ouverture livrant passage au faisceau médian reste plus considérable, et montre toujours au-dessus d'elle l'ouverture qui correspond à la base du bourgeon, *d*.

Dans l'*Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, les faisceaux foliaires, étant nombreux, forment promptement une couche continue. Cependant les rameaux, fig. 3, 4, 5, nous montreront, entre les fibres anciennes, sept ouvertures pour laisser sortir les faisceaux fibreux de chaque feuille; la cicatrice de l'écorce, fig. 7, nous montrera pareillement sept ouvertures.

La figure 6, qui nous représente un rameau dont la base a vécu deux saisons et qui est fendu verticalement, nous fait voir comment les fibres nouvelles F passent au-dessus des anciennes D et forment une couche nouvelle en les recouvrant. La moelle ancienne est séparée de la nouvelle C par une partie B plus dense et roussâtre, parce que peut-être elle a été arrêtée dans son accroissement et que les utricules ne se sont pas distendues; ainsi les pousses se distinguent l'une de l'autre comme les couches superposées qui se succèdent d'année en année.

Nous venons de voir que l'écorce présente un nombre d'ouvertures en concordance avec celui des faisceaux foliaires, sur les cicatrices que laissent les feuilles après leur chute; cette dis-

position peut s'observer dans presque tous les végétaux : elle est facile à voir dans ceux qui ont des cicatrices larges et des faisceaux foliaires fort gros, comme l'*Æsculus Hippocastanum*.

Le système cortical, au moment où il est traversé par les faisceaux du système central, fournit des fibres qui accompagnent celles qui contienneut des vaisseaux trachéens. Les fibres qui composent l'écorce sont tout-à-fait disposées comme celles qui constituent le système central : c'est ce qu'on voit dans la fig. 3 du *Sambucus nigra*, pl. X. On voit qu'elle présente une ouverture A pour le passage de la nervure médiane; des ouvertures C, C pour celui des nervures latérales, et au-dessus de A une ouverture B répondant au bourgeon axillaire. A l'endroit des ouvertures A, C, C, les fibres corticales se fléchissent en-dehors pour former une gaîne qui accompagne les faisceaux centraux. Les fibres épanouies se reforment par anastomose, au-dessus des ouvertures, comme celles qui constituent le bois. Du reste, il est évident que les fibres corticales doivent être disposées comme les faisceaux ligneux, puisqu'elles sont toujours placées vis-à-vis de ces derniers, les rayons médullaires répondant aux prolongements médullaires de l'écorce, les faisceaux trachéens aux faisceaux des faisceaux propres, les divisions des faisceaux du système central aux divisions des faisceaux corticaux, qui ne sont en quelque sorte que la portion externe des faisceaux primitifs.

Nous avons exposé les principales dispositions des fibres foliaires dans les plantes qui ont des feuilles opposées. Nous pourrions entrer dans des détails plus nombreux; mais les faits précédemment rapportés suffisent pour faire comprendre le mode régulier de leur évolution.

Il résulte de ces faits :

1.° Que les faisceaux foliaires sont primitivement isolés et disposés circulairement dans la tige.

2.° Que le nombre des faisceaux qui composent le cercle

vasculaire de la tige n'est pas le même dans toutes les plantes, et que conséquemment leurs feuilles ne reçoivent pas le même nombre de fibres.

3.° Que le cercle vasculaire des tiges est formé des faisceaux qui appartiennent au premier verticille, de ceux qui forment le second, et souvent des faisceaux formés par la réunion des fibres qui doivent former les verticilles supérieurs.

4.° Que lorsque ces dernières forment un groupe distinct, le nombre des faisceaux caulinaires est quadruple du nombre des faisceanx destinés à un verticille.

5.° Que le nombre des faisceaux caulinaires est pair.

6.° Que le nombre des faisceaux destinés à chaque verticille est également pair.

7.° Que chaque feuille reçoit la moitié des fibres qui forment le verticille.

8.° Que cette moitié est impaire.

9.° Que conséquemment il y a un faisceau médian, accompagné de faisceaux latéraux en nombre égal dans les deux feuilles et de chaque côté de la feuille.

10.° Que les faisceaux du verticille occupent toute la circonférence de la tige.

11.° Que les faisceaux médians sont à l'opposite l'un de l'autre.

12.° Que les faisceaux médians du deuxième verticille sont placés de chaque côté dans l'intervalle qui sépare les fibres d'une feuille de celles de l'autre, et les faisceaux latéraux entre les faisceaux latéraux de la feuille inférieure.

13.° Que conséquemment les feuilles doivent être opposées en croix et que tous les faisceaux du deuxième verticille alternent avec ceux du premier.

14.° Que les faisceaux des verticilles supérieurs sont placés dans les intervalles qui se trouvent entre les fibres du premier verticille et cellès du deuxième.

15.° Que conséquemment, entre les fibres du premier verticille, il y a trois fibres, une médiane, qui appartient au deuxième verticille, et deux latérales qui doivent former les verticilles supérieurs.

16.° Que quelquefois les faisceaux extérieurs d'une feuille s'anastomosent en arcade avec les faisceaux voisins de la feuille opposée; que cette arcade donne aux feuilles des fibres secondaires, et, unissant les deux feuilles opposées, les rendent connées.

17.° Que quelquefois les fibres secondaires semblent venir des faisceaux médians du deuxième verticille, et qu'alors les feuilles sont encore unies ou connées.

18.° Que les fibres qui remplacent celles qui se sont épanouies à chaque verticille, etc., sont formées par anastomoses;

Au-dessus du point d'épanouissement des fibres du premier verticille, les faisceaux placés entre elles et celles du deuxième fournissent un rameau qui s'anastomose avec un rameau semblable du faisceau placé de l'autre côté de la fibre épanouie, et reconstituent ainsi des faisceaux nouveaux qui iront former le troisième verticille ;

Au-dessus des fibres du deuxième verticille, se reformeront de la même manière de nouvelles fibres qui iront former le quatrième verticille, et ainsi de suite.

19.° Que de cette disposition résulte que toutes les fibres sont formées de rameaux géminés qui restent séparés plus ou moins long-temps; elles demeurent conséquemment dans la condition primitive que présentent les feuilles cotylédonaires.

20.° Que les premier, troisième, cinquième, septième verticilles sont exactement superposés, et que les deuxième, quatrième, sixième, huitième, se correspondent de leur côté.

21.° Que conséquemment les faisceaux médians correspondent toujours aux faisceaux médians, les latéraux aux latéraux, et qu'entre les faisceaux directement foliaires il en a d'autres

qui réparent sans cesse les fibres épanouies et semblent ne s'épanouir jamais.

22.° Que cependant les fibres des verticilles supérieurs ne forment pas toujours des faisceaux distincts; elles peuvent:

Ou rester isolées dans l'intervalle des faisceaux destinés aux deux premiers verticilles, et constituer une couche quand elles sont nombreuses;

Ou se partager en deux groupes et s'accoler aux fibres des deux premiers verticilles, qui paraissent alors continus, les unes formant les verticilles pairs, les autres les verticilles impairs;

Ou enfin s'accoler toutes aux faisceaux du premier verticille, s'en séparer après l'épanouissement, fournir un rameau réparateur, et aller ensuite s'accoler aux faisceaux du deuxième verticille, s'en séparer après l'épanouissement, les réparer par un rameau anastomotique et se porter sur le faisceau du troisième, etc., etc.

23.° Que dans tous les cas, lorsque les fibres deviennent très-nombreuses elles finissent par se souder et former une couche continue; mais qu'au point d'épanouissement elles restent long-temps distinctes parce que les fibres des feuilles supérieures restent écartées, de chaque côté, en ce point.

24.° Qu'enfin les faisceaux corticaux sont disposés comme les faisceaux ligneux.

Telles sont les règles de la symétrie des feuilles opposées.

Examinons maintenant la disposition des feuilles verticillées.

Feuilles verticillées.

Les feuilles verticillées sont disposées comme les feuilles opposées.

Le verticille formé par les feuilles opposées présente deux expansions foliacées; celui des feuilles verticillées en présente

un plus grand nombre : c'est là la seule différence. Ainsi le *Nerium* a trois feuilles à chaque verticille ; ces trois feuilles sont formées de la même manière que les feuilles opposées de l'*Apocynum hypericifolium*, etc.

Les *Sambucus* et les *Clematis* offrent certaines tiges qui portent trois feuilles verticillées, au lieu d'être garnies de feuilles opposées : la symétrie des parties n'en éprouve aucune altération : le nombre seul est changé ; les feuilles opposées et verticillées ne présentent donc qu'un seul et même mode d'évolution. Il est même bon d'observer que, dans bien des cas, les feuilles qu'on prend pour verticillées sont de véritables feuilles opposées, entre lesquelles se trouvent des stipules larges et foliiformes.

Par exemple, dans l'*Asperula taurina*, pl. XIII, on trouve quatre feuilles à chaque nœud. Mais deux de ces expansions foliacées seulement sont de véritables feuilles ; ce sont *b, b,* fig. 1 ; seules elles reçoivent des faisceaux directs de la tige *a, a,* et portent un bourgeon à leur aisselle. Dans la figure 2 on voit bien que le faisceau *a* se rendait directement dans une feuille et qu'au-dessus de cette feuille se trouve le bourgeon *c* ; les deux autres feuilles *c, c,* fig. 1, ne sont pas gemmifères, et au lieu de recevoir un faisceau direct de la tige, elles naissent d'une arcade formée par l'anastomose de cordons qui viennent des faisceaux foliaires, avant leur épanouissement. De la convexité de chaque arcade naissent cinq nervures : les plus voisines des feuilles retournent s'y répandre avec le faisceau principal, les trois autres forment la stipule foliiforme. On voit bien ces nervures dans la figure 1 qui représente l'arcade entière, et dans la figure 2 qui représente les deux moitiés d'arcades provenant d'un même faisceau foliaire.

Cette disposition, que nous allons retrouver dans un grand nombre de Rubiacées, est fort analogue à celle que nous avons vue dans le *Centranthus ruber*. Dans cette plante, pl. XI, fig. 4,

les deux faisceaux latéraux *b, b*, s'anastomosent en arcade; de la convexité de l'arcade sortent deux fibres, *h, h*, qui se rendent chacune à la feuille correspondante : qu'on suppose que cette arcade, outre les faisceaux *h*, *h*, produise d'autres fibres, dans la partie moyenne, on aura la stipule de l'*Asperula taurina*, et cette supposition n'a rien que de naturel, car dans le *Sambucus* il y a des stipules.

Dans un grand nombre de Rubiacées l'arcade anastomotique n'envoie plus de fibres aux feuilles gemmifères, et au lieu d'une seule feuille stipulaire elle en forme plusieurs, soit que les fibres latérales destinées aux feuilles gemmifères aient formé des expansions distinctes, soit que les nervures multiples qui ont formé la stipule unique de l'*Asperula taurina* se soient séparées pour former des stipules multiples, soit que l'élément de chaque stipule se soit réduit à une seule nervure, mais qu'il y ait eu plus d'éléments stipulaires.

Quoi qu'il en soit, le *Galium glaucum* par exemple, paraît avoir six feuilles verticillées: mais deux expansions, seulement *b*, *b* reçoivent des faisceaux directs de la tige et sont gemmifères; conséquemment seules elles sont de véritables feuilles: les expansions C, C, C, C, sont des stipules qui sortent deux à deux des arcades; elles sont ainsi dans les conditions ordinaires des stipules qui sont placées de chaque côté de la base des feuilles et se trouvent par conséquent au nombre de deux, de chaque côté, dans l'intervalle des deux feuilles. On peut bien apercevoir le mode de formation des stipules dans la fig. 2; on voit que les faisceaux qui forment les feuilles *b*, *b*, constituent une arcade *f*, de laquelle sortent les nervures des expansions foliacées C, C.

Dans l'*Asperula odorata*, pl. XIII, une nouvelle disposition se présente : les expansions stipulaires sont multiples, mais il en reste une impaire et médiane. Cette plante a huit expansions foliacées à chaque nœud; pourtant elle n'a réellement que deux

feuilles opposées, *b*, *b*, qui reçoivent des faisceaux directs, et ont à l'aisselle un bourgeon qui produit un rameau, *d*, *d*; trois autres feuilles *c*, *c*, *c*, naissent de l'arcade *f* formée par les faisceaux des feuilles *b*, *b*; les trois dernières *c'*, *c'*, *c'* naissent de l'arcade que ces mêmes faisceaux forment de l'autre côté de la tige.

Ainsi voilà une plante, qui paraît avoir des verticilles de huit feuilles, qui ne présente, en réalité, que deux feuilles opposées.

On remarquera que les faisceaux vasculaires qui constituent les stipules sont formés de deux fibres accolées, qui sont encore distinctes à leur base, tant semble générale cette loi que nous avons posée, savoir : que les faisceaux foliaires, même les médians, sont formés de deux parties géminées. Cette disposition fait comprendre facilement l'existence d'une stipule impaire, car, si les fibres qui forment les expansions stipulaires sont rapprochées et que les fibres extérieures de deux stipules se soudent, les deux fibres intérieures seront comprises dans la soudure, et les deux expansions n'en formeront plus qu'une.

L'origine des faisceaux vasculaires des expansions foliacées dont nous parlons, et l'absence des bourgeons axillaires, fait voir, nonobstant leur forme, qu'elles sont de véritables stipules. Si l'on ne voulait pas se contenter de ces caractères organiques, on pourrait voir, dans certaines espèces, la conformation extérieure se joindre aux faits anatomiques, pour ne laisser aucun doute sur leur véritable nature.

Le *Phyllis Nobla*, par exemple, pl. XIII, fig. 1, a les feuilles opposées *b*, *b*, et de véritables stipules interfoliacées *c*, formées exactement comme les expansions foliacées des plantes précédemment examinées : les faisceaux foliaires, fig. 2 *b*, *b*, sont minces ; au point où ils s'échappent pour constituer la feuille, ils forment une anastomose en arcade, de la convexité de laquelle sortent trois fibres, *i*, *i* qui se rendent aux feuilles, *c* qui va à la stipule. Dans cette plante donc, les fibres latérales

de l'arcade vont se rendre aux feuilles, comme dans le *Centranthus ;* mais de plus, il y a au centre de l'arcade une petite fibre qui est unique et va former la stipule, qui reste comme rudimentaire, et ne prend pas l'apparence d'une feuille. Elle est analogue aux petites stipules qui, dans le *Sambucus*, paraissent sortir de l'arcade. C'est exactement la disposition que nous avons vue dans l'*Asperula taurina*, dont l'arcade, non-seulement forme une stipule interfoliacée, mais encore envoie des fibres aux feuilles opposées.

L'analogie ne se borne pas là : nous avons vu qu'il y a des feuilles stipulaires qui ont non-seulement une nervure médiane, mais qui reçoivent encore des nervures latérales. Par exemple, la stipule foliiforme de l'*Asperula taurina* a deux nervures latérales et une médiane. Eh ! bien, il est des stipules qui ont conservé leur forme normale qui sont dans le même cas. Par exemple, dans le *Richardia scabra*, pl. XIII, la stipule reçoit plusieurs fibres distinctes.

Enfin, de même qu'il y a des feuilles stipulaires uniques ou multiples, il y a des stipules à une seule pointe, ou à deux ou plusieurs divisions; tantôt il y a une pointe médiane, tantôt il n'y en a point ; comme il y a des espèces avec ou sans feuille stipuliforme impaire. Ainsi les stipules sont parfois entières, parfois bifides dans le *Phyllis Nobla*, pl. XIII, fig. 1 *g*. Dans le *Richardia scabra* pl. XIII, elles ont un grand nombre de pointes.

Il y a donc une analogie parfaite entre les expansions foliacées qu'on observe entre les feuilles de certaines plantes rubiacées, et les véritables stipules qu'on observe entre les feuilles visiblement opposées de quelques autres plantes de la même famille.

Cette analogie avait été aperçue : on avait dit que les feuilles opposées, munies de stipules interfoliacées, n'étaient que des feuilles verticillées, dont quelques-unes restaient à l'état rudimentaire ; c'est le contraire qu'il fallait dire : les feuilles verti-

cillées ne sont le plus souvent que des feuilles opposées, dont les stipules se sont développées et ont pris l'apparence des feuilles.

On avait dû arriver à une explication fausse, car, en négligeant de recourir aux caractères anatomiques, on ne pouvait imaginer qu'il y eût trois feuilles stipulaires de chaque côté, dans les verticilles de l'*Asperula odorata*, par exemple, ni considérer par conséquent un verticille de huit feuilles comme constitué seulement par deux feuilles opposées, ce qui pourtant est vrai.

Du reste, on se serait encore trompé, si l'on avait dit que les feuilles verticillées des Rubiacées ne sont que des feuilles opposées, accompagnées de stipules développées, car il y a des espèces qui ont les feuilles réellement verticillées ; les déductions analogiques ne suffisent donc pas pour faire éviter les erreurs, il faut avoir recours aux caractères anatomiques pour découvrir la vérité. L'étude directe du mode de formation des feuilles montre effectivement que plusieurs plantes de la famille des Rubiacées ont des verticilles composés de plus de deux feuilles ; mais dans ce cas même, les verticilles ne sont pas composés d'un aussi grand nombre de feuilles qu'on le dit, plusieurs expansions foliacées n'étant que des stipules.

Ainsi le *Rubia tinctorum*, pl. XII, a un verticille formé de six parties E, E, E, C, C, C, fig. 1 ; parmi ces six expansions foliacées, trois E, E, E, sont gemmifères : leurs bourgeons axillaires ont produit les rameaux D, D, D; les mêmes feuilles reçoivent des faisceaux vasculaires *a*, *a*, venant directement de la tige (le troisième faisceau est sur le côté de la tige qui n'est pas vu.)

Les autres expansions C, C, C, sont stipulaires, car elles ne sont pas gemmifères, et ne reçoivent pas de faisceaux directs : elles naissent des arcades *f*, formées par les faisceaux *a*, *a*.

Le verticille du *Rubia tinctorum* présente donc une disposition tout-à-fait semblable à celle qu'on voit dans l'*Asperula*

taurina; mais les feuilles sont réellement verticillées au lieu d'être opposées; elles sont au nombre de trois, et conséquemment les stipules foliiformes en pareil nombre. Ainsi le verticille est composé de six pièces. On pourrait par conséquent le regarder comme constitué de la même manière que celui du *Galium glaucum*, qui a aussi six expansions foliacées à chaque nœud; mais la similitude n'est qu'apparente, car dans le *Galium* il n'y a que deux feuilles opposées et quatre expansions stipulaires.

Quant à la disposition des fibres du *Rubia tinctorum,* elle est exactement la même que celle observée dans les plantes de la même classe, et dans les végétaux à feuilles opposées que nous avons étudiés. En effet, la tige du *Rubia tinctorum,* pl. XII, présente trois faces, une côte à chaque angle, et une côte au milieu de chaque face, ce qui fait six côtes formées par les six faisceaux vasculaires de la tige. La fig. 1 en laisse voir trois (les trois autres se trouvant sur la face qui n'est pas vue); la fig. 2 représente la tige placée de manière qu'on aperçoive deux des trois faces, par conséquent les trois faisceaux des angles, et ceux qui se trouvent au milieu de deux des faces : il n'y a donc qu'une face et le faisceau qui en occupe le milieu qui ne soient pas vus.

Les faisceaux *a*, *a*, *a*, forment la nervure des trois feuilles E, E, E, qui portent à leur aisselle les bourgeons D, D, D. Avant de s'épanouir, ils fournissent un cordon qui forme une arcade avec le cordon correspondant du faisceau voisin.

Les faisceaux *b*, *b*, formeront la nervure des feuilles du verticille supérieur.

Entre les faisceaux principaux *a* et *b*, il y a des fibres plus petites : ce sont les faisceaux réparateurs : au-dessus des points D, D, D, ils fournissent un cordon qui, s'unissant au cordon correspondant du faisceau voisin, forment les faisceaux *e*, *e*, *e*, qui remplacent les faisceaux épanouis au premier verticille, et vont former les feuilles du troisième verticille.

Les faisceaux placés entre *a* et *b* s'accolent avec les fibres qui s'étendent aux bourgeons *d*,*d*,*d*, ou restent distincts, de sorte qu'entre les faisceaux principaux, il y a une ou plusieurs fibres distinctes, ce qui fait varier le nombre de faisceaux qu'on voit dans le cercle vasculaire de la tige.

Quoi qu'il en soit, nous voyons que le mode d'épanouissement des fibres du *Rubia* est absolument semblable à celui du *Centranthus* et du *Sambucus*, si ce n'est que les feuilles ne reçoivent qu'un seul faisceau au lieu d'en avoir trois ou cinq. Mais, du reste, lesfaisceaux d'un verticille alternent avec ceux du verticille supérieur. Les faisceaux qui appartiennent au même verticille forment, en s'anastomosant, une arcade qui passe devant les faisceaux du verticille supérieur : la seule différence qu'il y ait, c'est que dans le *Centranthus* l'arcade fournit des fibres qui se rendent aux feuilles, tandis que dans le *Rubia tinctorum* les fibres de l'arcade forment des expansions séparées. Dans l'*Asperula taurina*, l'arcade fournit à la fois des fibres pour les feuilles et pour une expansion stipulaire.

Enfin, entre les faisceaux des deux premiers verticilles du *Rubia*, comme entre ceux du *Centranthus*, etc., il y a des fibres qui, fournissant des cordons qui s'anastomosent au-dessus des faisceaux épanouis, les reconstituent pour former le troisième verticille, etc.

Il y a donc similitude absolue entre la symétrie des feuilles verticillées et celles des feuilles opposées; pour compléter la démonstration, j'ajouterai que les feuilles verticillées du *Rubia tinctorum* tendent à redevenir simplement opposées, puisque le rameau D', fig. 1, a un verticille composé seulement de quatre pièces ; deux, *i*, *i*, sont des feuilles opposées qui ont des bourgeons *k*, *l*, dans leur aisselle ; les deux autres *g*, *h*, sont des stipules.

Nous noterons ici un fait qui résulte du mode de reconstitution des fibres épanouies en feuilles : les côtes de la tige, qui

sont formées par la saillie des faisceaux foliaires, sont interrompues aux verticilles, mais reparaissent aussitôt, et n'alternent pas; seulement celles qui, au-dessous du premier verticille, répondaient aux feuilles, au-dessus de ce même verticille sont placées vis-à-vis les expansions stipulaires du deuxième verticille, puisque les fibres reformées vont seulement s'épanouir au troisième verticille, et que l'arcade stipulaire passe vis-à-vis d'elles au deuxième verticille.

Si les nervures n'alternent pas, les trois faces de la tige alternent avec les angles, à chaque articulation, parce que les angles sont formés par les nervures qui vont s'épanouir au verticille le plus voisin, et qui sont les plus fortes. Or, les fibres du premier verticille ne sont pas celles du second; les angles les plus saillants ne seront pas conséquemment, les mêmes au-dessous du premier verticille et au-dessous du deuxième. Nous avons vu que dans le *Clematis Vitalba* les angles saillants alternent aussi; si les nervures de cette plante ne semblent pas continues, c'est parce que les nervures du plus prochain verticille sont seules saillantes et assez rapprochées pour que la ligne qui correspond aux fibres du deuxième verticille soit enfoncée et forme un sillon; ainsi, quoiqu'au premier coup-d'œil il semble y avoir dissemblance, en réalité il y a similitude parfaite.

Pour résumer tout ce que nous avons dit sur les feuilles verticillées, nous dirons que la disposition symétrique de leurs faisceaux foliaires est la même que celle des feuilles opposées.

Que certaines plantes offrent des tiges à feuilles opposées et d'autres tiges à feuilles verticillées.

Que certaines tiges ont les feuilles verticillées, tandis que leurs rameaux ont les feuilles opposées, exemple: *Rubia tinctorum*.

Que certaines tiges, qui paraissent avoir des feuilles verticillées, n'ont réellement que des feuilles opposées.

Que cela arrive lorsquelles ont une arcade anastomotique qui unit les faisceaux foliaires et les rend, pour ainsi dire, connées : alors cette arcade peut fournir des fibres qui retournent aux feuilles comme dans le *Centranthus*; mais elle peut fournir aussi des fibres qui forment des expansions stipulaires plus ou moins développées, et prenant l'apparence de feuilles, de sorte que chaque nœud semble fournir des feuilles verticillées.

Que la même disposition se retrouve dans les feuilles véritablement verticillées, de manière à tromper sur le nombre des feuilles qui composent chaque verticille.

Que de là naissent les modifications remarquables que présentent les Rubiacées ; les unes ont des feuilles opposées et ont une stipule, qui est rudimentaire dans le *Phyllis Nobla;* qui est grande et foliiforme dans l'*Asperula taurina* ; qui est parfois bifide dans le *Phyllis Nobla* ; qui est à pointes nombreuses dans le *Richardia scabra* ; qui est remplacée par deux feuilles stipulaires dans le *Galium glaucum*, par trois dans l'*Asperula odorata*, etc. Les autres ont des feuilles véritablement verticillées et des feuilles stipulaires interposées, comme le *Rubia tinctorum*, qui a trois feuilles gemmifères à chaque verticille, et trois feuilles stipulaires alternant avec les précédentes.

Ce n'est qu'en recourant aux caractères anatomiques qu'on peut déterminer la nature des expansions foliacées ; qu'on peut dire si elles constituent des feuilles opposées ou verticillées; qu'on peut découvrir l'analogie qui existe entre des dispositions dont l'aspect est dissemblable, telles que celle des feuilles opposées à stipules rudimentaires et celle des feuilles opposées à stipules foliiformes ; qu'on peut enfin trouver la différence qui existe réellement entre des dispositions qui paraissent similaires, comme celles des feuilles opposées à deux stipules foliiformes et des feuilles ternées à une seule stipule interposée, etc.

Il faut maintenant étudier la disposition des faisceaux vasculaires des feuilles alternes.

Feuilles alternes.

Les tiges dont les feuilles sont alternes, c'est-à-dire, naissant seules à seules à chaque étage, ne peuvent plus avoir la même symétrie que celles qui ont, à chaque nœud, des feuilles opposées croisant à angle droit les feuilles placées au-dessus et au-dessous d'elles.

Elles ne peuvent plus avoir deux faisceaux *médians* placés à l'opposite, accompagnés de fibres latérales en nombre semblable et formant ainsi deux groupes symétriques séparés par les nervures médianes des feuilles de l'étage supérieur, qui *croisent* celles du premier verticille. La disposition générale est changée, la symétrie n'est plus la même. Nous allons essayer de la faire comprendre.

Le *Cucurbita Pepo* peut donner une idée bien nette de leur arrangement.

Cette plante présente dix faisceaux qu'on aperçoit lorsqu'on coupe transversalement sa tige, pl. II, fig. 1 et 2. Parmi ces faisceaux cinq sont plus intérieurs et plus gros, cinq autres, alternes avec les précédents, sont plus petits et plus externes.

Si on fait macérer une tige de cette plante, on détruit le tissu cellulaire et on enlève l'épiderme, de sorte qu'on isole les faisceaux vasculaires, et l'on peut suivre parfaitement leur épanouissement.

La fig. 1, pl. I (*tige macérée*), nous montre ces faisceaux isolés; le cercle qu'ils forment est coupé aux points *u*, *u*, et l'ensemble est étalé sur un seul plan, au lieu de former un cylindre.

Les dix faisceaux de la fig. 1, pl. I, sont ceux des fig. 1 et 2, pl. II : A, B, C, D, E, sont les cinq gros faisceaux; *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, les cinq plus petits.

Les petits faisceaux forment les feuilles.

Chaque feuille a un faisceau moyen; ainsi *b*, pl. I, fig. 1, formera le faisceau moyen d'une feuille. Cette feuille recevra,

en outre, les cordons *x*, *w*, venant des faisceaux voisins, *a*, *c*. Ainsi trois faisceaux concourent à la formation d'une feuille : le médian absorbé tout entier, les latéraux ne donnant qu'une branche.

Les gros faisceaux, voisins des faisceaux médians, les réparent : chacun fournit une branche ; ces deux branches se réunissent en arcade, au-dessus de la feuille, et reconstituent le faisceau épanoui. Ainsi A et B fournissent les branches qui remplacent *b*, au-dessus du point *f*, où *b* s'est épanoui.

Quant aux faisceaux latéraux qui n'ont point été absorbés en entier par la feuille, ils sont réparés en partie seulement par les gros faisceaux.

A la hauteur du point où une feuille s'épanouit, tous les gros faisceaux s'unissent, d'un côté, par des cordons et forment un nœud ; à l'opposite de la feuille ils ne sont pas unis. Ils semblent donc se porter tous du côté de la feuille. Ainsi, au-dessus du point *f*, les cordons A et B sont unis, puisqu'ils concourent à former ensemble les productions axillaires F, et la branche qui remplace *b* épanoui ; le cordon C est uni à B par le cordon *t* ; E est uni à A par le cordon coupé *u*, *u* ; D est uni à E par *v* ; C et D ne sont pas unis entre eux, à l'opposite de la feuille.

Les faisceaux A, B, C, D, E, étant plus internes, leurs cordons passent en-dedans des faisceaux *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Ces derniers s'unissent aux faisceaux internes en envoyant une branche d'anastomose qui s'unit aux cordons de communication des gros faisceaux. Ainsi *a*, *c*, qui concourent à former la feuille par les cordons *w*, *x*, envoient encore les cordons de communication 1, 2, etc. ; *e* envoie le cordon *y* qui communique avec E.

Le faisceau *d*, le plus éloigné de la feuille, placé entre D, C, qui ne communiquent point entre eux, n'envoie pas de cordons de communication ; il reste isolé.

Ce faisceau forme le faisceau moyen de la deuxième feuille, *f'*.

Les faisceaux latéraux de cette feuille seront *c*, qui a déjà servi à former la première feuille, et *e*, qui n'a point encore concouru à former une feuille.

Ainsi, ce ne sont pas les faisceaux voisins qui forment successivement les nervures médianes des feuilles supérieures.

Les faisceaux médians alternent avec les faisceaux latéraux, et c'est le faisceau qui, au nœud inférieur, est resté isolé, à peu près à l'opposite de la feuille, qui sera le faisceau principal et médian de la feuille suivante.

D'après cet ordre, *b* forme la première feuille, *d* la deuxième, *a* la troisième, *c* la quatrième, *e* la cinquième; conséquemment *b* formera ensuite la sixième feuille. De cette façon, cette sixième feuille correspondra à la première, à peu près. On verra plus tard pourquoi la correspondance n'est pas rigoureusement exacte. Il résulte de ce mode d'évolution que les feuilles seront en spirale. On dit habituellement que la spirale se compose, dans ce cas, de cinq feuilles, puisque les faisceaux sont au nombre de cinq et que la sixième feuille est formée par le même faisceau que la première; cependant, qu'on fasse bien attention que la spirale n'est pas à une seule circonvolution, comme si les feuilles naissaient successivement de faisceaux voisins, à des hauteurs différentes et formant une ligne continue, qui ne fait qu'une seule fois le tour de la tige, avant que la sixième feuille revienne à la première. Les cinq feuilles forment plus d'une fois le tour de la tige pour arriver au point de départ, puisque la deuxième est le plus près possible de l'opposition à la première, la troisième presqu'opposée à la deuxième, et ainsi de suite. Les feuilles voisines sont donc presque à l'opposite, mais toujours inexactement, et en reculant ou avançant, de telle sorte qu'on finit par obtenir une feuille correspondante à la première, lorsque cette feuille est formée par le même faisceau.

Ces faits montrent combien la disposition des fibres de cette plante, à feuilles alternes, diffère de celle des plantes à feuilles opposées. On peut noter, quant à présent, les différences suivantes :

1.° Les faisceaux foliaires de la tige sont en nombre impair, ainsi que les faisceaux réparateurs ; tandis que dans les feuilles opposées les faisceaux foliaires et les faisceaux intercalés sont les uns et les autres en nombre pair.

2.° Chaque feuille, par conséquent, ne peut avoir la moitié des faisceaux foliaires ; chacune des deux feuilles opposées en a la moitié.

3.° Les faisceaux médians de deux feuilles ne peuvent être absolument à l'opposite ; le contraire s'observe dans les feuilles opposées.

4.° Les faisceaux foliaires ne sont pas séparés par les faisceaux destinés à former un verticille supérieur ; il n'y a entre eux que les faisceaux destinés à réparer les faisceaux épanouis, et ces faisceaux sont uniques dans chaque intervalle ; dans les feuilles opposées, au contraire, entre les faisceaux foliaires, peuvent être les faisceaux du verticille supérieur, et en même temps les faisceaux réparateurs.

5.° Chaque faisceau foliaire devient, à son tour, faisceau médian, après avoir été faisceau latéral ; dans les feuilles opposées, les faisceaux médians restent toujours médians ; les uns au premier, troisième, cinquième, septième verticille, etc. ; les autres au deuxième, quatrième, sixième verticille, etc. ; les faisceaux latéraux restent toujours latéraux et conservent le même ordre, les uns étant premiers latéraux, les autres deuxièmes latéraux, etc.

6.° Les feuilles alternes sont aussi opposées qu'elles peuvent l'être en naissant de faisceaux dont le nombre est insymétrique ; mais, par cela même qu'elles ne peuvent être en opposition réelle, elles forment une spirale, la sixième feuille venant correspondre à la première quand il y a cinq faisceaux foliaires

dans le cercle vasculaire de la tige, la huitième quand il y a sept faisceaux, etc.; les feuilles opposées sont essentiellement en croix.

La disposition des feuilles alternes est donc fort différente de celle des feuilles opposées. Cependant, on pressent qu'il doit y avoir une puissante analogie et comme une communauté d'origine entre les deux modes; car la deuxième feuille est autant à l'opposite de la première que le permet le nombre impair des faisceaux foliaires. D'ailleurs, les Dicotylédonés ont les cotylédons, qui ne sont que les premières feuilles, parfaitement opposés; conséquemment, leurs feuilles doivent être originairement opposées; ce n'est que par une cause, pour ainsi dire accidentelle, qu'elles deviennent alternes.

Pour démontrer la vérité de ces assertions et reconnaître la cause de l'alternation des expansions foliaires, nous devons étudier la disposition des fibres à l'origine, par conséquent examiner le végétal à l'époque de la germination et suivre le développement des faisceaux vasculaires. Nous rappellerons donc des faits que nous avons déjà énoncés.

Lorsqu'on coupe, à l'époque de la germination, la tigelle du *Cucumis Melo*, par exemple, on voit que la section transversale, pl. II, fig. 2, présente six faisceaux vasculaires, *a*, *c*, *c*, *b*, *d*, *d*, disposés trois à trois de chaque côté de la tige; le centre de la tige, *e*, est vide.

La tigelle présente deux sillons, qui sont formés par les bords décurrents des feuilles séminales, et qui correspondent aux faisceaux médians, *a*, *b*. Si les bords des feuilles séminales, ou cotylédons, répondent aux faisceaux médians, il en résultera que le milieu des cotylédons répondra à l'intervalle qui sépare de chaque côté les deux groupes de faisceaux vasculaires, et qu'aucun faisceau ne correspondra à leur ligne médiane.

C'est ce qui a lieu effectivement.

La figure 3 présente une portion de la tigelle A, dépouillée

d'épiderme et vue du côté de l'insertion du cotylédon, dont on a laissé une portion, B.

Il n'y a point de faisceau vasculaire qui corresponde à la nervure médiane du cotylédon. Cette nervure médiane, *e*, est formée par deux cordons qui se détachent des faisceaux latéraux les plus voisins, *d*, *c*, et qui s'unissent plus ou moins haut pour constituer la nervure moyenne.

Après avoir formé ces cordons, les faisceaux *d*, *c*, se continuent pour se rendre aux cotylédons et se bifurquent bientôt pour former les nervures latérales, *f*, *f*, *g*, *g*, du cotylédon.

Après avoir fourni les cordons qui vont former la nervure médiane, les faisceaux *d*, *c*, reçoivent des cordons des faisceaux médians *a*, *b*, qui en envoient de pareils au cotylédon opposé, de manière que ces faisceaux concourent à la formation des nervures latérales des cotylédons. Les mêmes dispositions s'observent dans le *Balsamina*, pl. IX, fig. 20, dans les *Crucifères*, etc.

Les feuilles caulinaires sont constituées de la même manière que les cotylédons; à la vérité chacune de leurs nervures paraît formée par un faisceau distinct, et non par deux nervures géminées; mais nous savons que primitivement elles sont formées par la réunion de deux fibres, provenant de deux faisceaux voisins. En effet, nous avons fait remarquer que les faisceaux foliaires, après l'épanouissement des feuilles, sont reconstitués par des cordons anastomosés en arcades et provenant de faisceaux distincts. Ainsi, dans le *Centranthus Ruber*, pl. IX, fig. 3, les faisceaux qui remplacent *a*, *a*, épanouis, et qui doivent former les nervures médianes du troisième verticille sont reconstitués par deux faisceaux qui proviennent des faisceaux *e*, *e*, etc., au-dessus des points *f*, *f*; il en est de même pour les faisceaux *c*, *c*, etc.

La même disposition s'observe dans le *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 2. Les faisceaux A, A, etc., sont remplacés par un faisceau formé de deux cordons provenant de *e*, *e*.

La même chose encore dans le *Clematis Vitalba*, pl. XI, fig. 4. Les faisceaux *d'*, *d'*, etc., sont remplacés par des faisceaux constitués par deux cordons accolés.

Ainsi, la disposition que nous observons dans les feuilles séminales montre la loi de formation en son état de pureté. Si, dans les tiges plus avancées en âge, les nervures médianes paraissent formées par un faisceau unique, c'est parce que la soudure des deux cordons a été opérée bien avant l'épanouissement de chaque feuille. Pour les feuilles séminales, il en est autrement, attendu qu'elles s'épanouissent au point où les fibres sont formées.

Les feuilles séminales du *Cucumis Melo*, que nous avons décrites reçoivent des cordons des faisceaux médians, *a*, *b*, qui ainsi contribuent chacun à la formation des deux cotylédons, en envoyant une fibre de chaque côté. Ce fait n'est point insolite, puisqu'il se montre dans la feuille du *Sambucus laciniata*, pl. X, fig. 1; dans cette plante le faisceau médian D envoie au point E des cordons aux deux feuilles opposées. L'arcade du *Centranthus*, pl. XI, fig. 4, a quelque chose d'analogue. Du reste, cette disposition ne dérange nullement la symétrie.

Une différence cependant existe entre la tigelle et la tige adulte : dans la tigelle du *Cucumis*, par exemple, on ne trouve que les fibres nécessaires à la formation des feuilles séminales : on ne voit pas entre ces faisceaux primordiaux ceux qui formeront directement les feuilles subséquentes ni les faisceaux réparateurs qu'on observe dans les tiges qui portent plusieurs verticilles : mais on conçoit qu'il en doit être ainsi : d'autres fibres ne peuvent exister entre les fibres primitives, parce que les faisceaux successifs proviennent de la bifurcation des faisceaux au moment de l'épanouissement ; elles ne seront constituées par conséquent qu'au fur et à mesure que de nouvelles feuilles se formeront. Alors, si aucune circonstance ne vient déranger la symétrie primordiale, les

faisceaux existants donneront par leur division l'arrangement régulier des feuilles opposées que nous avons fait connaître.

En effet, supposons qu'une tigelle ait, comme celle du *Cucumis*, six faisceaux vasculaires placés trois à trois, de chaque côté, de façon que A, pl. III, fig. 1, soit le médian et B, B', les deux latéraux qui l'accompagnent, *a'*, *a*, les deux moitiés de l'autre faisceau médian, C, C', les deux faisceaux latéraux qui se trouvent près de lui; les cotylédons se trouvant placés vis-à-vis l'intervalle qui sépare les deux groupes de faisceaux vasculaires, leur nervure médiane partira des points D, D', et sera formée par des cordons provenant de C et B, d'un côté, et de C' et B' de l'autre; leurs nervures latérales partiront des points E, F, et E', F', et seront constituées par B et A, *c* et *a* d'un côté, B' et A, *c'* et *a'* de l'autre.

Maintenant supposons que les faisceaux primitifs A, B, B', et *a*, *a'*, C, C', fig. 1, se continuent pour former le deuxième verticille aux points J, K, L, et J', J', K, L; supposons ensuite que la portion réparatrice de ces cordons, c'est-à-dire la partie nouvelle destinée à former les fibres subséquentes, fournisse les fibres destinées à remplacer le faisceaux cotylédonaires, en s'anastomosant au-dessus d'eux avec une fibre semblable du faisceau placé de l'autre côté; supposons enfin que la portion de ce faisceau destinée à réparer les verticilles supérieurs reste unie au faisceau primitif jusqu'au verticille N.º 2 et que là elle répare les fibres de ce dernier verticille, puis se porte sur le faisceau destiné au troisième verticille et ainsi de suite; nous aurons, dans ce cas, la symétrie du *Clematis*, c'est-à-dire un cercle vasculaire formé des faisceaux de deux verticilles sans faisceaux réparateurs distincts, excepté au point où ils se séparent des fibres d'un verticille pour aller rejoindre les faisceaux du verticille suivant; en d'autres termes le cercle vasculaire aura deux fois autant de faisceaux qu'il en faut pour

former un verticille ; que si la portion réparatrice une fois formée s'isole entre les faisceaux des verticilles et en répare les fibres aussitôt leur épanouissement, nous aurons la symétrie du *Centranthus*, c'est-à-dire que le cercle vasculaire aura quatre fois autant de faisceaux qu'il en faut pour faire un verticille. Ainsi dans le *Cucumis Melo*, pl. III, fig. 2, les fibres du premier verticille, qui s'épanouissent en D, E, F, et en D', E', F', sont formées, les médianes par B et C, B' et C', les latérales par B A et C *a* et par B' A et C' *a'*. Si les rameaux ont qui donné naissance aux fibres cotylédonaires les réparent ; s'ils se prolongent pour former le premier verticille foliaire, si les cordons réparateurs s'isolent, nous aurons un nombre de faisceaux caulinaires quadruple du nombre des faisceaux destinés à un verticille, car le cercle vasculaire se composera des faisceaux du premier verticille foliaire, de ceux du deuxième qui remplacent le verticille cotylédonaire, et de ceux qui répareront successivement les verticilles, lesquels se trouveront dans tous les intervalles des faisceaux foliaires.

Il résulte de cet arrangement que les fibres de la tigelle, telles que nous les avons vues dans le *Cucumis*, etc., c'est-à-dire au nombre de six, rapprochées trois à trois, et formant les nervures des cotylédons dans leurs intervalles, par l'accouplement de deux cordons qui proviennent de deux faisceaux distincts, et répétant toujours une division semblable, produiront la symétrie qu'on observe dans les feuilles opposées. Le nombre des faisceaux deviendra double ou quadruple, selon les cas ; les faisceaux du deuxième verticille seront placés entre ceux du premier : les faisceaux médians du verticille supérieur seront, de chaque côté, dans l'espace qui sépare les fibres de chaque feuille du verticille inférieur et resteront médians ; les faisceaux latéraux seront placés entre les faisceaux du verticille inférieur et alterneront avec eux.

Il s'agit de montrer maintenant comment ces fibres symé-

triques, qui forment deux cotylédons opposés, peuvent ensuite produire des feuilles alternes, placées dans les nouvelles conditions que nous avons observées.

Un seul fait suffira pour amener tous les changements que nous avons indiqués : il ne faut, pour les produire, que l'avortement de l'un des faisceaux ou sa soudure avec un faisceau voisin.

La disparition d'un faisceau amène en effet la réduction du nombre des faisceaux du cercle vasculaire et en rend le nombre impair ; ainsi, dans le *Cucurbita*, il est de cinq au lieu de six. Le nombre des faisceaux primitifs étant diminué, le nombre des fibres épanouies, et conséquemment des faisceaux réparateurs, sera pareillement diminué; il sera de cinq pareillement et le cercle complet sera de dix faisceaux.

Cette réduction des fibres sera cause ensuite que les feuilles empiéteront, en quelque sorte, l'une sur l'autre, la supérieure empruntant une fibre qui a déjà servi à celle qui se trouve au-dessous, comme on le voit dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 1. Il en doit être ainsi, car lorsque la feuille *b*, qui a été formée par *a*, *b*, *c*, est développée, il ne reste plus que deux faisceaux, *d*, *e*, pour former la deuxième feuille; celle-ci, représentant la feuille qui, opposée à la première, aurait formé un verticille régulier, prend pour nervure médiane le faisceau *d*, qui est resté libre, presque à l'opposite de *b*; elle aura pour nervure latérale *e*, et pour compléter le nombre symétrique dont elle a besoin, elle sera forcée d'emprunter le faisceau qui remplace le faisceau *c*, qui a servi à la première feuille; elle s'épanouira donc forcément au-dessus de la première; et empiétera sur elle. La troisième feuille, qui aura *a* pour nervure médiane ; la quatrième, qui aura *c*; la cinquième, qui aura *e*, seront dans des conditions semblables, empiétant toujours l'une sur l'autre. De là la disposition en spirale; de là aussi le rôle accordé à chaque fibre de devenir médiane tour à tour.

L'empiétement d'une feuille sur les fibres de celle avec

laquelle elle aurait dû former un verticille aura pour effet de ne pas laisser isolées les fibres du verticille le plus prochain, qui devraient alterner avec celles du verticille immédiatement inférieur, et conséquemment de réduire les fibres du cercle vasculaire à celles du premier verticille et aux cordons réparateurs diminués d'un faisceau, comme cela se voit dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 1, qui n'a que dix faisceaux.

Les faits que nous venons d'indiquer peuvent facilement être constatés dans les plantes dont les feuilles inférieures sont opposées et les supérieures alternes, par exemple dans le *Lunaria rediviva*, pl. XIV.

Cette plante montre, fig. 1, dans la disposition des fibres des deux verticilles inférieurs, une symétrie parfaitement semblable à celle qu'on observe dans le *Centranthus* et le *Sambucus* (voir l'explication de la planche du *Lunaria*); mais le troisième verticille montre que le faisceau latéral E de la feuille 3′ se soude avec le faisceau qui doit concourir à réparer l'un des faisceaux latéraux de la feuille 3. Par conséquent, ce faisceau manquera et le faisceau latéral de la feuille 3′ paraîtra être la continuation de celui de la feuille 3, qui est au-dessous, et toutes les suites de l'alternation des feuilles seront obtenues.

Pour rendre ces soudures plus visibles, nous les avons montrées dans le tracé fictif que représente la figure 2. Dans cette figure, les feuilles inférieures I et I′, II et II′ sont opposées, et la symétrie des fibres est la même que celle du *Centranthus* (voir l'explication de la planche du *Lunaria*); mais le faisceau *k* de la feuille III′ se soude, avant de s'épanouir, au point *m*, avec le faisceau qui devait reconstituer un des faisceaux latéraux de la feuille III, et conséquemment avec les fibres qui constituent le faisceau *l*. Ce faisceau est composé de cinq cordons : le premier est le cordon *k*, qui devait seul former la nervure de la feuille III′; le deuxième est le cordon réparateur de *k*; le troisième est celui qui a remplacé la nervure médiane de

la feuille II' et qui devait par conséquent former la nervure médiane d'une feuille du quatrième verticille ; le quatrième est le cordon réparateur placé entre le précédent et un faisceau latéral de la feuille III; enfin, le cinquième est le cordon remplaçant ce faisceau latéral après son épanouissement. Ces cinq faisceaux étant réunis en un seul, le nombre total des faisceaux caulinaires est réduit de quatre; au lieu de vingt-quatre, il n'est plus que de vingt.

En raison de ces faits, la feuille s'épanouit plus haut et devient alterne ; elle empiète sur la feuille inférieure et les suivantes font de même, parce qu'un faisceau manque toujours; conséquemment la série des feuilles décrit une spirale. De là enfin le changement dans la distribution symétrique et le nombre des faisceaux du cercle vasculaire. Inférieurement le cercle était formé de vingt-quatre faisceaux, savoir : *a* A *a*, *a* A *a*, fig. II, faisceaux du premier verticille; *b* B *b*, *b* B *b*, fibres du deuxième; *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *o*, *c*, *c*, faisceaux réparateurs interposés entre les fibres des deux verticilles croisés. Par la soudure, le nombre des faisceaux devient quinaire, et de plus le cercle vasculaire est réduit à ne plus montrer simultanément des fibres de deux verticilles successifs; car le faisceau *l* du verticille supérieur, qui devait rester isolé et intercalé entre celle du verticille inférieur, disparaît dans l'empiétement de la feuille III'; de plus, les feuilles supérieures se trouvant toujours dans la même condition, c'est-à-dire empruntant toujours la fibre remplaçant celle de la feuille immédiatement inférieure, les faisceaux E, F, G, H, I, seront forcément indivis et n'auront pour objet que de réparer les faisceaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, qui forment les feuilles en spirale quinaire.

Ainsi, cette tige, qui avait primitivement les feuilles opposées et le cercle vasculaire composé d'un nombre de faisceaux quadruple de celui d'un verticille, aura un cercle vasculaire encore diminué de moitié, après avoir perdu un groupe vasculaire et être ainsi descendu au nombre quinaire.

Nous avons dit que, dans certaines feuilles opposées, les faisceaux réparateurs, c'est-à-dire la collection des fibres successivement formées pour constituer les feuilles supérieures, au lieu de former des faisceaux distincts entre les fibres foliaires, s'accolent à celles-ci de chaque côté et s'écartent au point d'évolution pour se rejoindre au-dessus et former ainsi des faisceaux continus. Dans ce cas, le nombre des faisceaux du cercle vasculaire est seulement double de celui des fibres qui composent un verticille.

Nous avons dit que, dans ces plantes, les deux feuilles n'étant pas *connées* peuvent facilement devenir alternes; aussi beaucoup de feuilles alternes présentent-elles la disposition que nous venons d'indiquer; dans ce cas les fibres réparatrices n'étant plus isolées et régulièrement intercalées, le nombre des faisceaux vasculaires est moitié moindre et égal seulement au nombre des feuilles de la spirale. C'est ce qu'on voit dans le *Populus angulata*, pl. XIV, qui n'a que cinq faisceaux.

Enfin, il peut arriver que les feuilles opposées deviennent alternes par un simple déplacement et sans changement dans la symétrie des parties. Ainsi, dans l'*Apocynum hypericifolium*, pl. XIV, les feuilles inférieures ne sont alternes que parce que l'une se développe un peu plus tard que l'autre. Mais ces feuilles ne peuvent être considérées comme véritablement alternes, puisqu'elles ne décrivent pas de spirale; elles ne changent pas de position relativement l'une à l'autre, si ce n'est par la hauteur du point d'expansion. Du reste, ce changement, qui n'intéresse pas la structure générale, ne peut se présenter que lorsque les feuilles n'ont pas d'union entre elles; alors les dérangements sont toujours très-faciles.

Nous venons de voir comment les feuilles alternes, dont la disposition paraît si différente de celle des feuilles opposées, proviennent cependant du même type primitif, et comment un

simple avortement ou une soudure peut changer toute la symétrie de la foliation. Une augmentation dans le nombre des parties produirait les mêmes résultats : seulement le nombre des feuilles d'une spirale serait plus considérable.

Par des procédés tout-à-fait analogues à ceux que nous avons exposés, mais inverses, des feuilles alternes pourraient de nouveau devenir opposées, ce qu'on remarque dans certaines plantes, tant il est vrai qu'on passe facilement d'un mode à un autre. Mais, nous le répétons, ces changements ne sont habituels que lorsque les pièces d'un verticille ne sont pas bien liées entre elles : les feuilles restent presque immuablement opposées dans les cas contraires, comme dans le *Centranthus*, le *Sambucus*, le *Galium* et autres Rubiacées, etc.

Nous venons d'exposer les règles de la symétrie des feuilles alternes; mais, nous devons le dire, l'arrangement des faisceaux vasculaires des tiges, dont les feuilles ont cessé d'être opposées, est loin d'être aussi régulier que dans les plantes que nous avons décrites comme type; souvent on trouve des anomalies dont nous allons rechercher les causes.

Les faisceaux qui se trouvent entre les faisceaux foliaires et que nous avons appelés réparateurs, sont formés par les fibres des feuilles supérieures accolées et constituant ordinairement un faisceau unique; mais ces fibres sont destinées à se séparer pour s'épanouir à des hauteurs différentes, et il arrive qu'au lieu de se séparer seulement au point où chaque verticille s'épanouit, elles restent isolées ou se séparent à diverses hauteurs. Il résulte de là qu'à un point donné de la tige on en trouvera plus que l'ordre régulier n'en exige, et elles seront d'autant plus nombreuses qu'un plus grand nombre de fibres destinées aux verticilles supérieurs se seront séparées.

On remarque aussi que les cordons qui, provenant de faisceaux différents, se rapprochent au-dessus du point d'épanouissement d'une fibre foliaire pour la reconstituer et former la fibre

de la feuille qui la représente dans le verticille ou la spirale supérieure, se réunissent plus ou moins tardivement. Nous trouvons encore là une cause qui fait varier le nombre des faisceaux qu'on remarque dans le cercle caulinaire.

Enfin, quelquefois le nombre des cordons diminue, parce que plusieurs se soudent entre eux.

Le *Lunaria rediviva* nous offre fréquemment ces divers modes d'irrégularité; dans le *Sambucus* même, pl. X, dont les feuilles sont régulièrement opposées, on voit quelquefois les cordons vasculaires ne pas se souder régulièrement au-dessus du point d'épanouissement des fibres qu'ils doivent remplacer, et conséquemment dépasser le nombre symétrique.

L'*Helianthus tuberosus*, pl. XV, nous présente également de nombreuses irrégularités; les fibres désignées par les numéro 1, 2, 3, 4, 5, indiquent les faisceaux médians des feuilles; les numéro 1', 1', 2', 2', 3', 3', 4', 4', 5', 5', les faisceaux latéraux. Chacune des feuilles a donc trois faisceaux; les feuilles sont disposées en spirale, et le faisceau médian N.° 6 formant la sixième feuille devrait être au-dessus du faisceau de la première pour présenter une disposition semblable à celle du *Cucurbita*.

Mais dans l'*Helianthus*, les cordons destinés à remplacer les faisceaux épanouis ne sont pas régulièrement formés par deux faisceaux voisins anastomosés en arcade immédiatement au-dessus de la feuille. Très-fréquemment cette arcade n'existe pas, et l'une des fibres destinées à remplacer le faisceau épanoui, ne recevant pas la fibre correspondante placée de l'autre côté de la fibre épanouie, peut se séparer plus bas, ce qui a lieu effectivement; de manière que le nombre des faisceaux qui forment le cercle de la tige est augmenté, le cercle vasculaire ne contenant plus le nombre des faisceaux propres à constituer seulement une spirale de feuilles, mais celles qui constituent plusieurs spirales succes-

sives. Ainsi le faisceau A, qui passe contre le bourgeon de la deuxième feuille, s'en va former la quatorzième et descend encore jusqu'à la sixième ou septième feuille au-dessous de la deuxième, jusqu'à ce qu'il devienne si ténu qu'on ne puisse le suivre. D'autres fois, les faisceaux se soudent plus promptement à un faisceau plus ancien. En général, les faisceaux passent contre le bourgeon de la quatorzième ou quinzième feuille, puis descendent encore plus bas.

Nous avons dit que les feuilles alternes sont en spirale, parce que la deuxième feuille, étant presque opposée à la première, ne trouve pas dans la circonférence le nombre des fibres nécessaires pour la constituer ; elle emprunte un faisceau qui a servi à la feuille placée en-dessous, de manière que chaque feuille empiète sur celle qui la précède : par conséquent chacune gagnant toujours un faisceau, il arrive bientôt une feuille dont le faisceau moyen est celui de la première feuille; ces deux feuilles se correspondent et déterminent le nombre de feuilles qui composent la spirale.

Nous avons encore dit que la spirale est ordinairement quinaire, parce que, dans le plus grand nombre des cas, les feuilles opposées ayant chacune trois nervures, le cercle vasculaire est formé de six faisceaux separés par les fibres des feuilles supérieures. Si l'un des faisceaux vient à avorter ou se souder avec le faisceau voisin, la symétrie devient quinaire.

La spirale peut éprouver des modifications, ou parce qu'une feuille empruntera plus d'une fibre à la feuille qui l'a précédée, ou parce que les feuilles seront formées par un nombre de faisceaux plus grand ou plus petit. Lorsque certaines feuilles empruntent aux feuilles inférieures un plus grand nombre de faisceaux, elles empiètent de plus en plus l'une sur l'autre, et il y a plus de deux feuilles dans le tour de la tige ; la spirale est de plus en plus serrée.

Dans l'*Apium graveolens*, pl. XV, on trouve ces diverses

causes d'irrégularité : il faut noter d'abord que le nombre des faisceaux diminue, parce que plusieurs se soudent entre eux, comme dans les plantes précédemment citées. Ainsi dans la fig. 4, les faisceaux douze et treize se confondent au-dessus de la deuxième feuille, les faisceaux deux et trois, sept et huit, au-dessus de la quatrième feuille.

De plus les feuilles ne sont pas formées par le même nombre de faisceaux : la première feuille *a*, fig. 6 (radicale) a cinq faisceaux; la deuxième, *b*, en a sept, la troisième, *c*, en a neuf, la quatrième, *d*, encore neuf, la cinquième, *e*, a quatre faisceaux latéraux d'un côté et cinq de l'autre.

Dans la fig. 5, qui présente deux premières feuilles caulinaires, chacune a onze faisceaux.

Les feuilles ne laissent point entre elles le même intervalle : ainsi dans la fig. 6, la première feuille laisse, entre elle et la deuxième, un faisceau libre (6), qui est le faisceau médian de la quatrième feuille. Entre la deuxième et la troisième feuille, le faisceau 13, qui est le faisceau médian de la cinquième feuille, ne reste pas isolé, il prend part à la formation de la deuxième et de la troisième feuille. La troisième feuille reçoit ses trois derniers faisceaux latéraux des N.° 1, 2, 3, qui ont concouru à la formation de la première feuille.

La quatrième feuille, loin de laisser un faisceau isolé entre elle et la précédente, prend les deux derniers faisceaux latéraux de cette dernière. La cinquième en prend trois ou quatre. De manière que les feuilles paraissent empiéter de plus en plus l'une sur l'autre.

On remarquera aussi que la spirale s'élève de gauche à droite dans la fig. 6, tandis qu'elle s'élève de droite à gauche dans la fig. 5. Cela tient à ce que, dans le premier cas, il y a empiétement sur les faisceaux d'un côté; dans le deuxième cas, il y a empiétement de l'autre côté. C'est à cause d'une disposition pareille que, dans certaines fleurs irrégulières placées aux

aisselles des feuilles, en nombre multiple, on voit les parties analogues placées en sens inverse, comme dans l'*Heliconia*, le *Marantha*, etc.

Dans l'*Aristolochia clematitis*, pl. XI, fig. 4, on observe aussi les causes d'irrégularité que nous avons signalées.

Nous venons de voir les feuilles alternes former des spirales, parce que le nombre de leurs faisceaux vasculaires n'est pas en rapport symétrique avec ceux de la tige, et que par conséquent elles ne peuvent être en opposition parfaite : elles empiètent les unes sur les autres, se rapprochant ainsi du point de départ, jusqu'à ce qu'enfin une feuille vienne à avoir la nervure médiane formée par le même faisceau que la première feuille ; conséquemment cette feuille qui, dans le plus grand nombre des cas, est la sixième, correspond à la première.

Cependant il est utile de noter que cette concordance n'est jamais rigoureusement exacte : par conséquent les séries formées soit par les premières feuilles des spirales successives, soit par les deuxièmes, soit par les troisièmes, etc., ne sont pas des lignes droites et verticales, mais des lignes qui sont également spiralées. Nous allons voir les causes de cette *spiralation*.

Nous avons vu que, dans l'*Helianthus*, les faisceaux qui forment les feuilles supérieures sont placés à côté de ceux des feuilles précédentes qui leur correspondent. Cela est évident quand les faisceaux sont séparés. Une disposition analogue existe, lorsque les fibres des feuilles successives sont unies en un seul faisceau intercalé entre les faisceaux immédiatement foliaires : les fibres que reconstituent les faisceaux réparateurs peuvent rester placées un peu sur le côté. Conséquemment les feuilles de la deuxième spirale ne doivent pas correspondre absolument à celles de la première, dont elles tiennent le rang. Ainsi, dans la spirale quinaire, la sixième feuille ne correspond pas complètement à la première.

L'observation constate ce fait.

Dans le *Chelidonium majus*, si l'on coupe le bourgeon qui termine la souche, on voit, pl. V, fig. 18, que la sixième feuille ne correspond pas exactement à la première. La fig. 19, qui présente un autre bourgeon coupé un peu plus haut, nous montre également le faisceau médian de la sixième feuille un peu sur le côté de celui de la première. On voit du reste, dans ces deux figures, les feuilles disposées comme celles du *Cucurbita*, savoir : deux sont libres, une a un bord recouvert, deux ont deux bords recouverts.

La fig. 20, qui nous offre la coupe d'un bourgeon plus développé, nous fait voir aussi que la sixième feuille n'est pas précisément correspondante de la première. Il semble que la neuvième soit plus près de lui correspondre, mais il n'y a pas plus correspondance exacte pour la neuvième que pour la sixième.

On ne peut donc décider le nombre des feuilles qui entrent dans la composition d'une spirale par la seule inspection des feuilles, parce que les faisceaux qui produisent les feuilles naissent toujours un peu sur le côté du faisceau qui a produit la feuille inférieure correspondante.

Une autre cause de la déviation des séries de fibres, c'est la torsion des tiges, ou la direction en spirale des fibres caulinaires elles-mêmes. Celles-ci, en effet, sont loin d'être toujours rectilignes, souvent elles décrivent des courbes, et, dans ce cas, les feuilles qui naissent d'un même faisceau ne sont pas placées au-dessus les unes des autres. Il n'est peut-être pas de fibres qui décrivent une spirale plus marquée que celles du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVIII, fig. 8 et 9.

Il résulte de ces dispositions que les séries des feuilles correspondantes, dans les spirales successivement développées, décrivent elles-mêmes des spirales.

Ces spirales sont surtout fort manifestes quand les feuilles sont serrées et se touchent presque, parce qu'alors la déviation peut, en quelque sorte, se suivre à l'œil, comme dans le

Pandanus, dont les séries de feuilles, qui sont au nombre de trois, décrivent des spirales excessivement marquées.

Le nombre des feuilles qui se trouvent dans une spirale déterminera le nombre des séries spiralées; ainsi on en verra trois, cinq, sept et un plus grand nombre, comme dans les cônes des sapins, etc.

Il y a donc, dans les plantes à feuilles alternes, une double spiralation : les feuilles successives décrivent des spires par empiétement, et les séries des feuilles correspondantes forment aussi une spirale, soit par défaut d'exactitude dans la correspondance, soit par la direction curviligne des fibres.

En général, toutes ces dispositions sont combinées pour que les feuilles soient le moins possible cachées par les feuilles supérieures, et par conséquent le plus complètement possible exposées à l'air et à la lumière.

Il résulte des faits que nous venons d'énoncer qu'il est parfois fort difficile de déterminer le nombre d'expansions foliacées qui entre dans une spirale, puisque celle-ci est mal déterminée. Il n'y a guère que le nombre des faisceaux qui puisse le faire apprécier avec quelque exactitude. Mais, nous l'avons dit, ce nombre varie par la soudure ou la séparation prématurée des fibres. Nous avons vu effectivement qu'elles se détachent plus ou moins promptement dans la tige, de sorte que si on les suit dans leur trajet longitudinal, on ne trouve pas le nombre régulier de faisceaux. Si l'on veut les compter dans une coupe transversale, on éprouvera les mêmes difficultés, puisque les faisceaux séparés se montreront en même temps que ceux avec lesquels ils devraient être soudés.

La coupe transversale fera même apercevoir de nouvelles difficultés, car non-seulement les fibres qui ne se correspondent pas exactement peuvent se séparer latéralement, mais même celles qui se correspondent aussi complètement que possible peuvent se séparer du cercle vasculaire, de dedans

en dehors, c'est-à-dire dans le sens où la feuille va s'épanouir. Par exemple, dans le *Chelidonium*, pl. V, fig. 18, la feuille I est en partie séparée de la tige, son faisceau médian ne fait plus partie du cercle caulinaire; les faisceaux médians des feuilles 2, 3, 4 en font encore partie, mais commencent à s'éloigner, et il semble qu'à leur place se crée déjà un faisceau nouveau. Les faisceaux médians des feuilles 5 et 6 font encore partie du cercle de la tige. Les faisceaux latéraux des feuilles 1, 2, 3, sont déjà séparés du cercle vasculaire de la tige, bien que les feuilles soient encore en partie confondues avec la tige. Un faisceau latéral de la feuille 4, vis-à-vis *h*, commence à s'éloigner, les autres faisceaux latéraux occupent régulièrement leur place.

Ces circonstances font paraître le cercle vasculaire irrégulier et le nombre des faisceaux plus considérable; mais on retrouve le système symétrique, en observant que les faisceaux surnuméraires appartiennent à des feuilles déjà rejetées du cercle, en tout ou en partie, et déjà bien marquées, quoiqu'elles fassent encore un corps indivis avec la tige.

Les figures que nous venons de citer font voir que toutes les fibres des feuilles ne se séparent pas simultanément de la circonférence de la tige; la séparation se fait plus tôt par un bord que par l'autre, de manière que l'évolution d'une seule feuille est spiralée, comme l'évolution de l'ensemble des feuilles.

Tous les faits que nous avons signalés prouvent que, dans les cas d'anomalie, il est parfois presque impossible de découvrir quel est l'ordre régulier qui appartient à une tige; il faut, dans ces cas, pour le découvrir, recourir au commencement de la végétation de la plante et l'examiner à l'époque des premières formations. La régularité se montre quand les produits des accroissements successifs ne l'ont pas altérée.

Les faits que je viens d'exposer suffisent pour faire comprendre, d'une manière générale, la foliation et montrer

combien les détails qu'elle offrira seront curieux. Il me suffit, quant à présent, de consigner les lois générales qui décident l'arrangement des appendices foliacés. Je passe à l'étude des bourgeons.

DES BOURGEONS.

Après avoir exposé le mode de formation des feuilles, nous devons étudier celui des bourgeons.

L'évolution des bourgeons est, en général, en corrélation avec celle des feuilles et celles-ci ne se développent que par l'accroissement successif des bourgeons.

L'extrémité de la tige fait partie de la zone d'accroissement. La couche interstitielle a la forme d'un cône ; elle s'accroît à la partie extrême, comme dans tous les points de son contour ; son extrémité s'alonge donc toujours. Cette partie constitue le bourgeon *terminal*, qui, en se développant, produit l'accroissement en longueur de la tige, comme la formation de nouvelles fibres à la face interne du système cortical et à la surface du système central détermine l'accroissement en épaisseur.

Lorsqu'on fend verticalement un bourgeon terminal, *Æsculus Hippocastanum*, pl. XIII, fig. 8, on voit que la médulle centrale A se continue jusque près de l'extrémité du bourgeon. La zone transparente F, F, F, qui est située entre le bois et l'écorce, s'étend jusqu'au sommet, où elle est verte. En ce point, la portion corticale forme un mamelon, G, qui ne se distingue pas de la portion transparente gélatineuse F, parce qu'en ce point il ne s'est encore organisé aucune partie qui distingue le système ligneux du système cortical. L'ensemble des deux systèmes est encore transparent et incomplètement formé.

Bientôt les fibres du bourgeon s'organisent; elles sont la continuation des faisceaux caulinaires.

Les faisceaux E se divisent successivement pour fournir des

fibres aux feuilles B, C, D, I, dont les supérieures ne sont encore que rudimentaires. Les fibres qui s'étendent au-delà de I ne déterminent pas encore la formation d'appendices foliacés dans le mamelon G; mais comme les faisceaux ont une tendance à s'alonger plus que le reste, ils déterminent bientôt des expansions qui se développent en s'écartant du centre, lequel, en se prolongeant, les repousse en-dehors.

Ainsi se forment les feuilles; elles résultent de l'alongement des faisceaux du bourgeon terminal qui tendent à s'échapper de la périphérie, parce que celle-ci se recourbe pour former le sommet du cône.

Ainsi augmente la longueur de la tige, par le développement successif du bourgeon terminal. La figure 6 nous présente la moelle de la base du bourgeon annuel, séparée de la moelle du rameau de l'année antérieure, A, par une portion, B, différente par sa couleur, etc.; les pousses annuelles sont ainsi séparées l'une de l'autre, comme les couches concentriques.

Les fibres D, fig. 6, qui se sont épanouies pour former les feuilles et les écailles du bourgeon, se terminent en E et sont recouvertes par les fibres F, qui forment les feuilles du nouveau bourgeon terminal développé. Ce sont donc de nouvelles fibres qui entourent le canal médullaire; l'étui médullaire n'est donc pas formé par des fibres continues, mais par la partie supérieure de chaque cercle vasculaire qui dépasse les anciens.

Tel est le mode fort simple de formation et d'accroissement des bourgeons terminaux de la tige et des rameaux. Etudions maintenant la formation des bourgeons latéraux.

Les bourgeons latéraux naissent, dans les cas ordinaires, à l'aisselle des feuilles, vis-à-vis le faisceau médian.

Lorsque ce faisceau s'échappe pour former la feuille, il entraîne avec lui la médulle transparente dans laquelle il est né, et lui fait faire un pli en la tirant au-dehors. C'est ce qu'on voit bien dans le *Syringa vulgaris*, pl. XIII; dans

le *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 2, dans laquelle le faisceau entraîne la moelle qui forme le bourgeon B, et surtout dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 5, où le faisceau A entraîne encore plus fortement la médulle qui forme le bourgeon B.

Il serait bien possible que tous les faisceaux générateurs qui composent le cercle de la tige vinssent contribuer à former la médulle qui formera la base du bourgeon, puisque nous avons vu dans le *Cucurbita*, pl. III, fig. 1, qu'ils s'anastomosent tous ensemble en envoyant des cordons vers le point où naît la feuille. Ainsi la médulle du bourgeon serait une division de la médulle caulinaire, au point où une partie des faisceaux du cercle vasculaire se portent d'un côté pour faire éruption.

Il paraît d'autant moins probable que le bourgeon soit exclusivement le prolongement de la partie parenchymateuse du faisceau médian de la feuille correspondante, que les fibres du bourgeon descendent sur les cordons générateurs voisins : ainsi dans le *Cucurbita*, pl. III, fig. 1, le plexus F formé par les fibres du premier bourgeon descend sur les cordons A et B ; le plexus F' formé par le bourgeon de la deuxième feuille, descend sur les cordons C et D. Dans le *Clematis*, pl. XI, fig. 4, où les faisceaux réparateurs sont soudés avec les faisceaux foliaires, les fibres du bourgeon descendent cependant sur les branches isolées qui vont reformer le faisceau épanoui en feuille.

Quoi qu'il en soit, la partie médullaire du bourgeon naît en un point où cesse un faisceau fibreux, et où n'est pas encore reparu le faisceau qui doit le reconstituer. Elle naît, en effet, au-dessus de la fin du faisceau médian et au-dessous de l'arcade formée par les deux branches qui s'unissent pour remplacer le faisceau foliaire. Elle communique donc directement avec la médulle centrale.

Quelquefois le centre de la partie médullaire du bourgeon se dilate et devient immédiatement aréolaire dans toute son étendue ; alors on voit la moelle centrale du bourgeon se con-

tinuer sans interruption avec celle qui occupe le centre de la tige; Ex. *Impatiens Balsamina*, pl. IX, fig. 18.

D'autres fois la base de la médulle gemmulaire reste resserrée; elle ne se dilate et ne devient aréolaire que dans sa partie supérieure : alors le canal médullaire du bourgeon semble ne pas se continuer avec celui de la tige. Ainsi, dans l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 12, on voit la médulle centrale du bourgeon se rétrécir de plus en plus en se rapprochant de la tige, de manière que la partie devenue aréolaire qui remplit le canal médullaire ne s'étend que jusqu'à la couche verte dans laquelle s'est formée la première couche fibreuse, et ne semble pas communiquer avec la médulle centrale de la tige.

La médulle gemmulaire est primitivement homogène, transparente comme la couche qui l'a formée. Bientôt elle devient plus ferme, son centre prend le caractère de la moelle centrale; ensuite, on distingue une trace transparente qui commence à séparer la partie corticale de la partie ligneuse. Cette trace transparente commence à se faire voir au sommet du bourgeon de l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 9; elle est plus étendue dans la fig. 10; elle occupe toute la longueur et toute la périphérie du bourgeon dans la fig. 11, et communique alors avec la couche transparente placée entre le bois et l'écorce du rameau.

Le bourgeon repousse l'épiderme en s'en enveloppant pour se développer à l'extérieur; il entraîne aussi les parties corticales, de sorte que l'écorce, à la base du bourgeon, présente une ouverture par laquelle passent les fibres et les autres parties produites par le système central pour aller former le corps ligneux du bourgeon.

Cette ouverture est distincte de celle par laquelle sort le faisceau médian de la feuille. Ainsi, la face interne de l'écorce du *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 3, présente les ouvertures A, C, C, pour les faisceaux foliaires, B pour le bourgeon. Celle du *Rhus typhi-*

num, pl. VII, fig. 7, présente une disposition analogue : A, B, B, laissent sortir les fibres foliaires, C laisse passer le bourgeon. On voit aussi dans le *Sambucus nigra*, pl. X, fig. 1, que le bourgeon B est placé au-dessus du faisceau foliaire A, bien qu'il lui soit adhérent par la base: La même chose se voit dans le *Rhus*, pl. VII, fig. 7; le bourgeon C est au-dessus du faisceau foliaire A. Les faisceaux A, B, B sont déjà enfoncés et en partie recouverts, parce que les fibres des feuilles supérieures ont formé une couche qui recouvre les faisceaux des feuilles inférieures.

Dans la tige du *Cucurbita*, pl. I, on voit une disposition analogue; la fig. 2 présente un lambeau d'épiderme : *a*, *b*, *c* sont les ouvertures par lesquelles sortent les faisceaux foliaires; *d* est l'ouverture de la vrille, *e* celle d'un rameau, *f* celle d'un pédoncule.

On voit, d'après cela, qu'il y a une lame épidermique *g*, *g*, entre les ouvertures des divers faisceaux foliaires, et qu'il y a une lame semblable entre ces ouvertures et celle du bourgeon; par exemple, entre l'ouverture *a* et l'ouverture *f*. La saillie formée par la médulle du bourgeon est appliquée sur cette lame. Ainsi, lorsqu'on fend verticalement le pétiole et le rameau d'où il naît, dans l'*Æsculus*, pl. XIII, fig. 11, on voit que la base du pétiole est séparée du système central par la couche corticale *a*, et la médulle du bourgeon est appliquée sur cette partie, qu'elle suit pour aller sortir au-delà de la base du pétiole.

Le trajet qu'elle parcourt ainsi est plus ou moins long, selon que la base du pétiole est plus ou moins épaisse. Dans l'*Æsculus*, la base du pétiole est très-épaisse, comme on le voit dans les fig. 9, 10, 11; aussi, le bourgeon sort loin du point où s'échappe le faisceau médian de la feuille. La figure 7 montre bien aussi le point élevé qu'occupe le bourgeon au-dessus de la large cicatrice que laisse la chute du pétiole.

Dans le *Syringa*, pl. XIII, le pétiole est canaliculé, de sorte

que le bourgeon sort très-près du point d'expansion du faisceau médian.

Dans le *Rhus typhinum*, pl. VII, fig. 5, le faisceau médian sort fort obliquement; la base du pétiole forme une cavité A très-profonde, parce que les faisceaux latéraux sortent bien plus haut que le faisceau médian (fig. 8). Le bourgeon B est placé dans cette cavité, et il est presque entièrement caché, parce que le pétiole ne continue pas à être canaliculé, qu'il devient au contraire épais au-dessus de sa base, et que même la partie renflée s'alonge un peu au-dessus du bourgeon. Avec un peu d'attention, on voit facilement cependant que le bourgeon n'est pas placé dans la base du pétiole, mais qu'il occupe sa place ordinaire.

On a dit que le bourgeon du *Platane* était réellement renfermé dans la base du pétiole; cela n'est pas plus vrai que dans le *Rhus*. Dans le *Platane*, pl. VII, le bourgeon E est placé d'une manière toute semblable dans une cavité de la base du pétiole A; mais comme ce pétiole porte une stipule *a*, qui est insérée tout autour de sa cavité, et que cette stipule, dans le reste de sa circonférence, naît de la tige qu'elle embrasse étroitement, il résulte que, lorsqu'on regarde la base du pétiole entre celui-ci et la stipule, on ne voit pas de bourgeon. Si on casse le pétiole, on voit une cavité dans sa base; cette cavité est remplie par le bourgeon qu'on voit alors sur la tige, au milieu du point d'où la feuille est sortie. Cette disposition a fait regarder le bourgeon comme intra-pétiolaire. On pouvait cependant s'assurer, en fendant la stipule à l'opposite de la feuille, qu'on arrive librement dans la cavité du pétiole, entre la stipule et la tige; que, par conséquent, le bourgeon est véritablement supra-pétiolaire, comme dans les autres plantes.

Quelques plantes ont plusieurs bourgeons dans une même aisselle. Ainsi, l'*Aristolochia Sipho*, pl. XII, fig. 2, présente trois bourgeons au-dessus l'un de l'autre.

Le *Cucurbita Pepo*, pl. 1, présente à l'aisselle trois productions, une vrille, un rameau, un pédoncule; mais elles sont rejetées de côté, par conséquent les ouvertures *d*, *e*, *f*, par où elles sortent, sont extra-axillaires.

Nous ne croyons pas devoir indiquer d'autres détails sur les bourgeons; ce que nous avons dit nous paraît suffisant pour faire comprendre leur mode de formation.

Examinons le mode de formation des organes floraux.

DES FLEURS.

Les organes floraux représentent des expansions *anatomiquement* semblables aux feuilles; ils sont formés par les mêmes fibres vasculaires et ne sont que la dernière extrémité des faisceaux caulinaires; ils complètent la végétation du bourgeon qui a donné naissance à la tige ou à ses divisions. La fleur arrête l'accroissement en longueur; elle ferme, pour ainsi dire, toute issue à la pousse terminale; elle est, selon l'expression de M. Turpin, un bourgeon *terminé*.

L'observation directe montre que les expansions qui constituent la fleur sont formées par les mêmes faisceaux que les feuilles, qu'elles sont créées par le même tissu utriculaire et les mêmes vaisseaux : on rencontre, dans leur contexture, les divers ordres de vaisseaux corticaux et centraux que nous avons observés; on y voit notamment des trachées. Quelques botanistes ont dit que les calices contenaient cette dernière espèce de vaisseaux ; mais que la corolle n'en avait pas ; d'autres ont, au contraire, refusé des vaisseaux à lames déroulables au calice et en ont accordé à la corolle. Le fait est que, dans les circonstances ordinaires, les deux enveloppes florales sont également munies de trachées.

Non-seulement l'analogie des organes floraux avec les feuilles est prouvée par la composition anatomique, elle est rendue

plus évidente encore par la disposition symétrique des parties, qui est identiquement la même que celle des expansions foliaires. C'est ce que rend sensible le plus léger examen.

La fleur est composée de divers organes, le calice, la corolle, les étamines, le pistil, qui constituent des cercles concentriques et sont formés par des pièces multiples libres ou bien soudées. Ces pièces conservent parfois la symétrie des feuilles opposées ou verticillées; alors l'analogie qui existe entre la disposition des parties florales et les expansions foliacées ordinaires est saisie du premier coup-d'œil; mais ce cas est le plus rare.

L'ordre primitif d'expansion étant abandonné par les fleurs, c'est l'ordre alterne qui est suivi par elles : alors il faut un peu plus d'attention pour observer l'ordre qu'affectent dans leur symétrie les cercles floraux des Dicotylédonés.

On constate d'abord que, dans les cas ordinaires, le nombre des parties d'un cercle est le même que celui d'une spire d'expansions foliaires. Ainsi, le nombre des feuilles constituant une spire est ordinairement de cinq; la division quinaire est celle que présentent le plus communément le calice, la corolle, les étamines des Dicotylédonés.

Mais on ne retrouve pas seulement dans les cercles floraux le nombre des feuilles qui constituent une spirale; on retrouve encore leur arrangement. L'ordre d'évolution des parties est exactement le même que celui des feuilles alternes.

Pour le démontrer, rappelons la disposition de la spirale quinaire du *Cucurbita*, pl. I, fig. 3 (tige), qui nous représente, en quelque sorte, le type fondamental et le plus fréquent de l'alternation, et que pour cette raison, nous avons décrit avec soin; *b* est le faisceau médian de la première feuille, *d* de la deuxième, *a* de la troisième, *c* de la quatrième, *e* de la cinquième. Chaque feuille ayant un faisceau latéral de chaque côté du faisceau median, et le cercle de la tige n'ayant pas assez de faisceaux

pour fournir, sans empiétement, le nombre exigé par deux feuilles, on voit que la première feuille est formée de *a, b, c*, la deuxième de *c, d, e*, la troisième de *e, a, b*, la quatrième de *b,c,d*, enfin la cinquième de *d, e, a*.

Or, d'après cette disposition, on voit que, lorsque les feuilles sont encore rapprochées, lorsque le bourgeon se développe, les feuilles *a, b, c* et *c, d, e* sont les seules dont les fibres occupent une partie de la circonférence qui n'est pas encore occupée par d'autres feuilles; elle ne sont donc pas recouvertes. La troisième feuille *e, a, b*, n'est libre qu'à moitié, son deuxième bord est recouvert par le côté *a, b*, de la feuille *a, b, c*, puisqu'il va chercher la fibre *b*, qui a déjà formé le faisceau médian de la première feuille; les quatrième et cinquième feuilles *b, c, d*, et *d, e, a*, ont les deux bords recouverts, il n'y a que leur nervure moyenne *c* et *e* qui vienne se faire voir entre les feuilles précédentes.

Eh bien ! dans le plus grand nombre des cas, cette disposition se retrouve dans les enveloppes florales. Ainsi, dans la rose, deux divisions du calice sont extérieures, et ont les deux bords pinnatifides; la troisième a un bord recouvert, et le bord libre seul pinnatifide; la quatrième et la cinquième ont les deux bords recouverts et sans pinnules. Dans l'*Ipomea*, etc., etc., on trouve une préfloraison qui présente, d'une manière frappante, le même arrangement; il y a donc la plus parfaite similitude entre la disposition des parties du premier verticille floral et celle des feuilles alternes.

La même disposition existe habituellement dans le deuxième verticille, c'est-à-dire dans le verticille corollaire. Si l'on étudie la préfloraison des corolles, on trouve, en effet, dans un grand nombre de plantes, des pétales plus extérieures recouvrant les autres par leurs bords.

Dans le système staminaire, l'arrangement symétrique ne peut ordinairement être constaté, parce que les organes sont

linéaires et sont conséquemment dans l'impossibilité de se recouvrir. Mais nous verrons que les étamines sont, en quelque sorte, des dépendances des expansions qui suivent l'ordre alterne. Il restera donc évident qu'elles ne peuvent suivre un autre ordre.

Dans le système pistillaire, les parties restent le plus habituellement soudées; elles ne peuvent donc montrer leur incombance, mais nous dirons la même chose pour les carpelles que pour les étamines: ils sont formés par les mêmes faisceaux qu'un autre verticille floral; ils en suivent donc la symétrie. D'ailleurs, un fait particulier à la structure de l'ovaire nous fera reconnaître la réalité du développement alternatif des parties. Il ne restera donc pas de doute sur l'arrangement qu'affectent entre elles les pièces qui composent les cercles floraux.

Mais si l'arrangement des parties qui composent chacun des organes floraux paraît semblable à celui des feuilles d'une spire, les relations des pièces de deux cercles d'expansions florales ne paraissent pas semblables à celles qu'ont entre elles les feuilles de deux spires successives.

Une différence fort remarquable semble exister entre les spires florales et les spires caulinaires. Dans ces dernières les pièces qui composent la spire supérieure correspondent respectivement aux pièces qui forment la première, sauf la déviation occasionée par la spiralation des séries elles-mêmes : dans les fleurs, au contraire, les deux spires successives ont les pièces qui alternent. Ainsi, les divisions du calice alternent avec celles de la corolle ; les divisions de ce dernier organe alternent avec les étamines, etc. A la vérité, on trouve parfois des pétales opposés aux sépales, des étamines opposées aux divisions de la corolle ; mais c'est là l'exception ; l'alternation est le cas le plus fréquent et semble la règle.

Or, cette règle presque constante s'explique fort naturellement par la condition dans laquelle se trouvent les fleurs et

les fibres qui constituent le rameau floral ou pédoncule ; rappelons-nous que les plantes à symétrie quinaire ont dix faisceaux : cinq vont constituer directement la spire la plus prochaine, ce sont les faisceaux *b, d, a, c, e, Cucurbita* (tige), pl. I, fig. 1 ; cinq autres, B, D, A, C, E, alternent avec les premiers, qu'ils reconstituent successivement au moment de leur épanouissement, se continuant eux-mêmes pour fournir les éléments de nouvelles expansions. Pour reconstituer les fibres épanouies, les faisceaux réparateurs fournissent une fibre qui va rejoindre une fibre semblable qui vient de l'autre côté de la fibre épanouie ; ces deux fibres se soudent pour former un faisceau unique au-dessus de cette dernière, qu'elles semblent remplacer. C'est là la cause qui fait que les feuilles du même rang se correspondent dans les spires successives. Mais nous avons dit que la fleur est la terminaison de toutes les fibres du cercle caulinaire : toutes s'épanouissent presque simultanément et définitivement, sans nouvelle réparation. Conséquemment, le cercle des fibres immédiatement foliaires (*b,d,a,c,e,*) s'épanouit et forme le calice; elles ne sont pas réparées : le cercle des fibres formant les faisceaux réparateurs (B, D, A, C, E,) s'épanouit directement et forme la corolle. Les pièces de ces deux organes, provenant de fibres alternes, doivent alterner entre elles. Conséquemment la disposition alternative du système calical et du système corollaire est forcée; elle est la conséquence de la disposition des fibres génératrices et de leur épanouissement définitif.

Mais deux systèmes restent à former : le staminaire et le pistillaire. Si les deux cercles de fibres foliaires s'épanouissent, sans nouvelle réparation, quelles sont les fibres qui formeront les étamines et les carpelles ? Nous avons dit que les fibres foliaires contenaient, non-seulement les éléments de l'expansion foliaire elle-même, mais aussi ceux du bourgeon axillaire ; ce seront ces éléments qui constitueront les deux cercles floraux les plus

intérieurs : la prolongation des faisceaux parenchymateux (*b, d, a, c, e*), qui ont formé le calice, produira donc les étamines qui sont opposées aux sépales ; la prolongation des faisceaux parenchymateux (B, D, A, C, E) qui ont produit les pétales, constituera les carpelles. Ceux-ci, qui formeut comme la prolongation de l'axe de la tige, sont créés par les fibres les plus profondes, *Cucurbita*, pl. II, fig. 2, *a*. Ainsi, le nombre même des verticilles est un résultat de la constitution du cercle des faisceaux foliaires.

On voit donc que les organes floraux représentent exactement des spires foliaires, puisqu'ils sont constitués par les mêmes fibres, et que l'arrangement des faisceaux foliaires préside à la symétrie des fleurs : il détermine le nombre des pièces de chaque cercle floral, l'arrangement qu'elles affectent entre elles, les relations des parties d'un organe avec les parties de l'organe suivant, enfin le nombre même des expansions concentriques : ainsi les fibres caulinaires sont en nombre double du nombre des feuilles d'une spire; elles doivent donc produire deux spires: la fleur aura deux enveloppes distinctes, le calice et la corolle ; les faisceaux foliaires contiennent les éléments des productions axillaires, la fleur présentera deux rangées de productions intérieures, les étamines et les carpelles ; le nombre des faisceaux de la tige devient habituellement quinaire, la symétrie quinaire sera celle qu'affectera habituellement la fleur ; les faisceaux de la première spire de la tige alternent avec les faisceaux réparateurs, les sépales seront alternes avec les divisions de la corolle ; les productions axillaires sont placées vis-à-vis chaque faisceau, dont elles sont comme la terminaison, les étamines seront placées vis-à-vis les sépales, alternes conséquemment avec les pétales ; les carpelles, vis-à-vis les lobes de la corolle, alternes avec les étamines; les feuilles d'une spire empiètent l'une sur l'autre, de sorte que deux sont libres, la troisième à moitié recouverte, et les deux dernières totalement recouvertes par les précédentes; la même disposition s'observe dans la préfloraison.

Nous rappellerons que nous avons dit que cette disposition n'est pas aussi évidente dans les deux derniers cercles floraux que dans les deux premiers; mais, maintenant que nous savons que les cercles internes sont formés par les mêmes fibres que les externes dont l'épanouissement se fait d'une manière alternative, nous aurons l'entière certitude que le mode d'évolution doit être le même dans les quatre organes concentriques.

La fleur est donc l'expression de la disposition des fibres de la tige; elle est l'expansion complète et finale du cercle vasculaire qui a constitué les feuilles; le nombre des systèmes organiques qui composent la fleur, le nombre des pièces qui composent chacun d'eux, l'arrangement des pièces entre elles, et la disposition qu'elles affectent relativement aux systèmes voisins, sont les conséquences nécessaires de la distribution des faisceaux vasculaires qui entrent dans la composition de la tige.

La symétrie générale que nous exposons ici peut éprouver des modifications.

Il peut arriver que les parties des cercles successifs qui forment la fleur, au lieu d'alterner, soient opposées comme dans les spirales de feuilles; cela peut tenir à ce que leurs fibres se sont formées par anastomoses réparatrices, comme dans les rameaux, ou plus souvent parce que les parties se sont subdivisées, que les parties d'un verticille ont ainsi été doublées, et que, par une cause naturelle, celles qui devaient occuper la position normale se sont oblitérées. Ainsi j'ai montré (1) que dans les Primulacées et les Ardisiacées, les étamines sont opposées aux lobes de la corolle, parce qu'elles sont en nombre double, et que celles qui sont alternes sont réduites à l'état de staminodes ou complètement avortées.

---

(1) Note sur le genre *Samolus*, Mémoires de la Société royale des Sciences de Lille, 1836—1837.

Le système pistillaire présente une anomalie plus fréquente : dans un très-grand nombre de fleurs dont la symétrie est quinaire, l'ovaire ne présente que deux ou trois loges. Mais cette circonstance tient précisément à la disposition des parties : nous avons dit que parmi les cinq feuilles d'une spire, deux seulement ne sont pas recouvertes, une troisième est à moitié recouverte, les deux dernières le sont complètement. Or, dans l'ovaire, les parties constitutives restent unies et accolées, et c'est même à cause de cela que le bourgeon est terminé. Il n'est donc pas surprenant que, fréquemment, les deux parties internes soient complètement oblitérées et disparaissent en entier ; dans ce cas, l'ovaire doit être formé de trois parties seulement ; c'est le cas le plus ordinaire ; si l'expansion à demi recouverte disparaît aussi, ce qui arrive parfois, le fruit sera formé de deux carpelles, qui représenteront les deux expansions entièrement libres. L'exception offerte par le système carpellaire est donc une confirmation de la règle : elle dépend de l'arrangement symétrique des parties. Aussi disions-nous plus haut que, bien que les phylles de l'ovaire ne montrent pas d'une manière visible l'arrangement qu'on voit dans le calice, certaines circonstances d'organisation du pistil annonceraient que les expansions qui le composent sont disposées comme celles du premier verticille floral.

Nous n'entrerons pas dans l'étude spéciale des dispositions exceptionnelles que peuvent présenter les fleurs. Nous n'étudierons pas les irrégularités que causent les avortements, les soudures, les développements insolites des pièces d'un verticille, ou les réunions de plusieurs verticilles entre eux. Il nous suffit de prouver que les lois qui président à l'arrangement des feuilles déterminent aussi la symétrie des organes floraux, et de montrer d'une manière générale que c'est à l'étude anatomique des faisceaux caulinaires qu'il appartiendra d'expliquer les anomalies de certaines fleurs, et de terminer les discussions

qui parfois se sont élevées entre les botanistes, pour établir le diagnostic des organes floraux. Par exemple, lorsque la fleur n'a qu'une enveloppe, ce sera par l'observation directe qu'on découvrira si elle représente un calice, si elle représente une corolle, si elle est produite par la soudure du calice et de la corolle, ou enfin si cette enveloppe, qu'on dit unique, comme dans les Monocotylédonés, n'est pas réellement formée par deux spires ou par la totalité des faisceaux pédonculaires, si elle ne constitue pas, par conséquent, les deux téguments d'une fleur habituellement diplostémone.

Notre plan ne nous permet pas d'entrer dans ces détails.

Nous rappellerons seulement un fait relatif aux fleurs irrégulières, fait qui trouve encore son explication dans l'arrangement des feuilles. Nous avons dit que certaines fleurs, dont les calices ou les corolles sont irréguliers, montrent les parties qui composent ces organes disposées en sens inverse dans deux fleurs voisines. Cela tient à ce que les feuilles empiètent quelquefois en sens inverse les unes sur les autres, de manière que les spirales peuvent tourner contrairement dans deux tiges ou deux rameaux de la même plante.

Nous avons terminé l'étude de l'organisation des Dicotylédonés. Nous croyons utile d'entrer dans quelques considérations physiologiques sur la manière dont s'opère la nutrition de toutes les parties dont nous avons vu les évolutions successives: nous allons donc consacrer quelques lignes à étudier, dans son ensemble, la nutrition des végétaux dont nous nous sommes occupés jusqu'à présent.

CONSIDÉRATIONS SUR LA NUTRITION.

En étudiant la structure de chaque partie, nous avons indiqué le mode d'accroissement de chacune, mais nous n'avons pas dit comment se créent les parties nouvelles, et nous

n'avons pas étudié la nutrition. Nous allons entrer dans quelques considérations sur ce sujet encore fort obscur.

Absorption.

Le végétal puise les sucs nutritifs dans les liquides et les gaz ambians.

Les racines sont l'organe le plus important de l'absorption.

L'absorption des racines est facile à prouver : si on plonge la racine d'une plante dans un liquide coloré, ce liquide se retrouve bientôt dans la tige. Si on coupe une racine et qu'on y adapte un tube plein d'eau et plongé par son extrémité inférieure dans une cuvette pleine de mercure, l'eau est absorbée et le mercure monte dans le tube.

C'est par les extrémités que les racines absorbent principalement les sucs nutritifs : si on plonge une racine pivotante dans un liquide, en recourbant l'extrémité de manière qu'elle soit hors du liquide, la plante absorbe fort peu. Les arbres épuisent le terrain loin de leur tronc, etc.

Ce sont les *spongioles*, ampoules cellulaires placées aux extrémités capillaires des racines, qui opèrent l'absorption. Cette fonction s'exerce en vertu de la contractilité des tissus, car elle cesse après la mort du végétal. Elle est excitée par la chaleur, l'électricité, la densité de l'atmosphère, etc.

Les racines absorbent sans discernement les substances qui sont à leur portée : ce sont principalement l'eau, les gaz et autres substances qu'elle tient en dissolution. L'agent le plus important de la nutrition des végétaux est le gaz acide carbonique imprégnant la terre, répandu dans l'atmosphère, fourni par les engrais, etc.; les sels terreux absorbés sont très-peu importants.

Les feuilles, les tiges, etc., peuvent absorber les sucs nutritifs comme les racines ; un rameau, une feuille plongés dans

l'eau, absorbent ce liquide et suffisent pour entretenir la fraîcheur de la plante pendant un certain temps.

Ascension de la sève.

Les sucs aqueux absorbés par les parties diverses s'élèvent dans la plante et constituent la *sève*.

La contraction des tissus est la cause de l'ascension de la sève, car lorsqu'on coupe une tige dont les sucs sont colorés, on voit très-nettement que les sucs ont un cours intermittent, et que par intervalle ils s'écoulent plus abondamment et plus rapidement.

La sève monte dans la tige principalement par le système central, car lorsque la plante est plongée dans un liquide coloré, les traces du liquide absorbé se trouvent dans le système central; si on enlève un anneau d'écorce, le végétal continue de vivre et de croître pendant toute la saison; si une portion de tige ou de rameau dépouillée d'écorce est plongée dans l'eau, la vie s'entretient; si, le bois étant enlevé, l'écorce seule plonge dans l'eau, il n'y a point d'absorption.

Les liquides montent par les parties les plus jeunes; cependant, dans les arbres dont le bois est tendre, la sève paraît traverser toutes les parties; quelques expérimentateurs ont dit qu'elle monte principalement par le centre, ils croient qu'elle sort avec plus d'abondance lorsqu'on perce cette partie.

On est peu d'accord sur les organes qui servent à l'ascension de la sève. Les vaisseaux trachéens, les utricules, les méats inter-utriculaires, ont été regardés tour-à-tour comme les voies que suivent les sucs nutritifs.

Il est peu probable que les vaisseaux trachéens servent à l'ascension de la sève: quand on coupe une tige transversalement, on ne voit pas les liquides sortir par les vaisseaux; ils paraissent vides; si on fait la section dans l'eau, on voit des

bulles d'air sortir par leur orifice. Si on fait le vide au-dessus de la section d'une tige, les vaisseaux laissent échapper de l'air, et cet air est plus oxigéné que l'air atmosphérique. D'ailleurs les vaisseaux ne paraissent pas communiquer avec les utricules, et cependant celles-ci sont pleines de liquide; ils sont peu anastomosés entre eux, et cependant la sève se répand facilement dans toutes les parties, car si on fait des entailles successives à un arbre, si on coupe à la base un tronc greffé supérieurement avec d'autres, la sève arrive néanmoins dans toutes les parties.

On dit, pour prouver que les liquides parcourent les vaisseaux, que quelquefois on voit dans ces tubes une bulle d'air, qui ne paraîtrait pas si elle n'était pas placée au milieu d'un liquide, mais on peut croire que les liquides pénètrent accidentellement dans les vaisseaux qui ont éprouvé une solution de continuité; on peut croire aussi que le vaisseau est appliqué sur une partie humectée, excepté en un point, de sorte que dans toute son étendue il paraîtra plein de liquide, et qu'il semblera contenir une bulle d'air au point resté libre.

On dit encore que les liquides colorés paraissent pénétrer dans les vaisseaux, puisqu'ils leur donnent leur couleur; mais la coloration peut être extérieure; d'ailleurs les liquides colorés sont ordinairement privés d'air, ils peuvent, dans cette circonstance, empêcher l'air d'arriver dans les vaisseaux et y pénétrer eux-mêmes; en effet, lorsque les liquides colorés peuvent se charger d'air, comme lorsqu'ils pénètrent dans les plantes, après avoir été répandus sur le sol, ils ne pénètrent pas dans les vaisseaux, bien qu'ils arrivent dans les tissus.

On peut donc regarder comme probable que les vaisseaux trachéens ne servent pas à la circulation de la sève. C'est par analogie avec ce qui se passe dans les vaisseaux propres qu'on a pensé le contraire.

Les utricules ne peuvent pas non plus servir à la transmis-

sion rapide du liquide, car elles n'ont point de communications directes; elles ne sont perméables que par hygroscopicité. Elles sont pleines de liquide, et les liquides y éprouvent un mouvement de rotation (cyclose); mais il ne paraît pas que la circulation générale puisse s'opérer par les utricules.

Les méats interutriculaires semblent les voies que suit le torrent de la circulation : c'est dans ces intervalles que se répandent les liquides colorés; ces méats existent toujours, tandis que certains acotylédonés, certaines plantes aquatiques, certains organes n'ont point de vaisseaux, et sont cependant pénétrés par les sucs nutritifs; les spongioles n'ont point de vaisseaux et absorbent néanmoins les liquides; les méats des cordons pistillaires conduisent les granules polliniques jusqu'à l'ovale; on peut croire par analogie que les autres méats sont aussi des canaux ouverts aux liquides.

Les liquides absorbés, transportés dans les diverses parties des plantes, y subissent diverses élaborations.

Élaborations de la sève.

Les principes constitutifs des liquides séveux sont modifiés par la transpiration, la respiration, les sécrétions.

La *transpiration* les débarrasse d'une grande quantité d'eau : Si on place une plante dans un vase vernissé, hermétiquement fermé, et disposé de manière qu'on puisse y verser de l'eau, on observe, surtout pendant les journées chaudes, que la plante perd considérablement de son poids; le liquide ne peut sortir du vase, il s'est donc échappé par transpiration. Si on recouvre la plante d'une cloche de verre, on recueille une grande quantité d'eau, que la transpiration a seule pu fournir. On évalue que la plante conserve à peine le tiers de l'eau qu'elle a absorbée; les organes de la transpiration sont les stomates.

La *respiration* des plantes modifie les principes puisés dans

les milieux ambiants. Elle a pour but d'absorber le gaz acide carbonique, de le décomposer, et d'exhaler l'oxygène, le carbone restant dans le végétal. L'acide carbonique est puisé dans l'atmosphère par les feuilles, absorbé avec l'eau par les racines : il est décomposé par les parties vertes du végétal, sous l'influence de la lumière directe du soleil.

La décomposition de l'acide carbonique et l'exhalation de l'oxygène sont prouvées par les faits suivants :

Les feuilles placées dans une cloche renversée et pleine d'eau, contenant de l'acide carbonique, dégagent de l'oxygène au haut du vase, si elles sont exposées à la lumière solaire ;

Elles n'en dégagent pas, si l'eau est privée d'acide carbonique par ébullition, etc.

Elles n'en dégagent pas, si l'eau contient de l'oxygène pur. Elles en dégagent davantage si l'eau est saturée d'acide carbonique ;

Elles n'en dégagent pas, si l'eau ne contient que du carbonate de chaux ;

Elles en dégagent, si on ajoute un acide qui décompose le carbonate et met l'acide carbonique à nu ;

Elles en dégagent, si elles sont dans un vase plein d'eau distillée, mais placé sur la même cuvette qu'un autre vase plein d'eau carbonisée. Celui-ci perd de son acide carbonique.

Enfin les feuilles dégagent de l'oxigène, si l'eau dans laquelle elles sont placées contient de l'acide gallique qui ne diffère de l'acide carbonique que par une proportion plus grande de carbone.

L'acide carbonique puisé par les racines est décomposé comme celui absorbé par les feuilles.

A l'ombre, l'oxygène est absorbé ; il peut se combiner avec les principes du végétal dans lesquels le carbone est en excès ; il transforme ce carbone en acide carbonique, qui sert à la nourriture du végétal. Les parties non vertes du végétal, comme les raci-

nes, ont besoin d'oxygène; lorsque la terre ne contient plus de gaz qui puissent se combiner avec l'excès de carbone apporté par la sève descendante, la plante ne végète plus; les branches avant le développement des feuilles, les boutons des fleurs, les graines en germination, absorbent l'oxygène.

Par les fonctions respiratoires, les sucs végétaux changent de nature et deviennent propres à la nutrition.

Les *sécrétions* diverses modifient aussi les sucs végétaux en enlevant certains principes, ou en reversant certains composés dans le torrent circulatoire. Les appareils glandulaires opèrent les sécrétions: les vaisseaux propres, peut-être, concourent au même but. Ainsi les sucs séveux sont débarrassés de l'excès d'eau qui les compose par la transpiration, et subissent des changements dans la proportion des éléments qui les constituent, par la respiration et les sécrétions.

Ce sont les feuilles qui sont les principaux organes de la transpiration et de la respiration. Pour prouver cette vérité, aux faits précédents nous ajouterons qu'un végétal continuellement dépouillé de ses feuilles ne peut vivre. Cependant les liquides peuvent être modifiés dans tout leur parcours: les vaisseaux trachéens peuvent les mettre en contact avec les gaz nécessaires aux transformations des sucs séveux, ou recueillir ceux que les décompositions internes mettent en liberté. Les utricules jeunes sont réellement le siége d'un travail, puisque dans leur premier âge elles sont verdâtres, que les liquides y ont un mouvement de cyclose, qu'elles se solidient, et que, constituant d'abord l'aubier, elles se changent définitivement en bois. Les parties plus anciennes peuvent en même temps être douées d'assez d'activité vitale pour créer de nouveaux tissus, puisque des faisceaux peuvent se former au centre après le développement des faisceaux primitifs, que lorsqu'on fait une incision annulaire à la base de la tige, il se forme une couche, quoique très-mince, sur la surface du système cen-

tral, et que même, dans la partie dénudée, les plus récentes couches de l'aubier sont susceptibles de reproduire l'écorce, pourvu qu'elles soient bien garanties. Ce dernier fait cependant n'est pas bien certain, car l'écorce nouvelle peut être formée par la couche gélatineuse qui descend des parties supérieures, comme nous le dirons bientôt.

Mais, quoique la sève ascendante puisse être élaborée dans le système central et fournir les matériaux propres à une création directe de nouveaux tissus, on peut dire que le plus grand travail d'élaboration est opéré par les feuilles, et que la plus grande masse de la sève, riche en éléments nutritifs, descend par l'écorce.

Descension de la sève.

Une expérience simple prouve que les liquides élaborés descendent par l'écorce : si on fait à la base d'un tronc une incision annulaire, la lèvre supérieure se gonfle, forme un bourrelet, s'alonge, rejoint la lèvre inférieure et se soude avec elle, pourvu que l'incision soit étroite; si l'incision est trop large pour que les lèvres de la plaie puissent se rejoindre, l'arbre meurt parce que les racines ne reçoivent plus de sève élaborée. La mort de l'arbre est effectivement due à l'interruption du cours descendant de la sève, puisque si l'incision était faite à une branche, on pourrait faire vivre celle-ci pendant plusieurs années, en prenant le soin d'abriter la plaie.

Il s'agit maintenant d'indiquer les voies que suit la sève descendante : sont-ce les vaisseaux propres, ou les méats ou les utricules du système cortical, qui servent à la transporter ? Ici nous trouvons la même obscurité que celle que nous avons rencontrée quand nous avons étudié le cours de la sève ascendante.

Quelques personnes ont pensé que la sève élaborée circulait dans les vaisseaux propres.

Dans les plantes qui ont des sucs colorés, on voit que ces sucs parcourent les vaisseaux propres avec une grande vélocité. Si les sucs colorés constituent la sève descendante, nommée *cambium*, ou *latex*, nul doute que les sucs descendants suivent les vaisseaux propres : mais les sucs colorés ne se rencontrent que dans un petit nombre de plantes ; ils vont en s'épaississant et en prenant une couleur plus intense depuis les pousses nouvelles jusqu'aux racines, quoique les couches de *cambium* épandu restent semblables ; enfin les parties qui s'organisent ne partagent pas la couleur des sucs propres. Conséquemment, les vaisseaux propres ne paraissent pas chargés de conduire le *cambium*; s'ils sont chargés de transporter les sucs descendants; ils ne fournissent à la nutrition que les parties les plus ténues; ils retiennent les principes trop avancés, ils seraient ainsi excrémentitiels et retiendraient les principes trop élaborés, tandis que les vaisseaux trachéens recevraient les gaz qui se dégagent pour faire arriver les sucs à un état d'élaboration plus avancée.

Certains sucs propres, trop chargés de carbone, arrivés aux racines, y fournissent les matières des excrétions ; certains y peuvent subir des décompositions qui les rendent propres de nouveau à la nutrition ; ils deviendraient alors récrémentitiels, comme les gaz des vaisseaux trachéens, dans lesquels l'oxygène domine, peuvent servir à leur tour à des décompositions et être aussi récrémentitiels : ces faits sont encore obscurs et hypothétiques.

Quoi qu'il en soit, les vaisseaux propres ne paraissant pas les organes directs de la circulation du cambium, ce sont les méats de l'écorce qui semblent le chemin que suit la sève descendante.

C'est la partie la plus interne de l'écorce ou *liber*, et la portion corticale de la zone encore parenchymateuse et non lignifiée, qui servent plus spécialement au transport de la sève élaborée, car si on enlève les couches extérieures la nutrition du végétal ne se trouve nullement altérée.

Ainsi les sucs les plus abondants circulent dans les parties

les plus extérieures du système central et les plus internes du système cortical, et ce sont les parties parenchymateuses de l'un et l'autre système, qui ont le plus d'activité vitale. C'est entre elles que s'exhale le cambium qui forme la couche gélatiniforme qui bientôt remplacera les couches parenchymateuses devenues plus solides.

Formation des parties.

C'est la sève élaborée qui, en se concrétant, formera les parties nouvelles. Mais le cambium, avant de s'organiser, doit subir une élaboration dans les utricules ou les autres tissus; car si la sève élaborée dans les parties supérieures s'organisait directement, le tissus serait identique dans toutes les parties, ce qui n'est pas; et de plus, si on greffait une espèce sur une autre, le bois du sujet qui porte la greffe deviendrait semblable à celui de la greffe, puisque c'est celle-ci qui élaborerait la sève; or, cela n'est pas: si on greffe une ou plusieurs espèces sur un sujet, à la suite l'une de l'autre, ou sur des branches distinctes, les bois respectifs conserveront toujours leurs caractères.

Le cambium contient un grand nombre des corpuscules arrondis, muqueux, transparents, molécules vivantes qui constituent la globuline, et qui, s'agglutinant, forment des lamelles et bientôt des utricules et des vaisseaux, en un mot, des tissus semblables à ceux qui leur ont donné naissance.

Cette couche, nouvellement créée, est principalement formée par les tissus alimentés par la sève élaborée, conséquemment par la partie corticale de la zone parenchymateuse placée entre le bois et l'écorce; la portion centrale peut bien contribuer à la former, mais moins abondamment, parce que le système central contient des sucs moins riches; lorsqu'on fait une incision annulaire, la partie centrale forme, à la vérité, des productions à la surface, mais infiniment moins développées; et si, lorsque l'écorce d'une

partie est enlevée, le bois parait régénérer l'écorce, mais celle-ci peut être formée par la matière organisatrice qui descend des parties supérieures et s'étend sur le bois dénudé.

La couche régénératrice formé par les tissus les plus récents, à mesure qu'ils reçoivent la sève la plus nutritive, semble devoir se former de bas en haut ; dans l'incision annulaire, on voit le tissu nouveau et transparent descendre de la lèvre supérieure vers l'inférieure. C'est cette disposition qui a fait naître l'opinion de M. Dupetit-Thouars, qui a pensé que les fibres étaient produites par les bourgeons, et venaient des parties supérieures pour s'étendre jusqu'aux racines.

La couche gélatiniforme jouit déjà d'une vie propre, puisque, dans l'incision annulaire, il suffit que cette couche rejoigne la lèvre inférieure, pour que les communications de la partie supérieure de la tige et des racines se rétablissent, et que la vie de la plante soit assurée. Elle concourt donc elle-même au mouvement des fluides nutritifs.

Ainsi l'on peut concevoir la vie de l'arbre concentrée dans la zone encore parenchymateuse, placée entre l'aubier et les couches corticales solidifiées : les sucs ascendants traversent la partie centrale de cette couche, la sève élaborée descendent par la partie corticale; les tissus parenchymateux, mais surtout les partiescorticales élaborent les matières qui s'épanchent entre les deux zones et constituent une nouvelle zone parenchymateuse qui jouit immédiatement d'une vie indépendante. Ceci n'est point une fiction, car dans le principe, lorsque le végétal n'a encore que des faisceaux parenchymateux, il est précisément dans la situation où nous le supposons.

Nous terminons ici l'étude des dicotylédonés. Nous passons à celle des Monocotylédonés.

STRUCTURE DES MONOCOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

Description et disposition des parties.

Les éléments organiques des Monocotylédonés sont identiquement les mêmes que ceux des Dicotylédonés. Leurs tissus utriculaires et vasculaires sont semblables, et offrent les mêmes modifications.

Ainsi, le tissu utriculaire des Monocotylédonés présente les deux états principaux que nous avons décrits dans les Dicotylédonés : il est tantôt *médullaire*, Ex. : *Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 8, A; *Dracæna Draco*, pl. XIX, fig. 6, B, etc.; tantôt il est *parenchymateux*, c'est-à-dire à utricules formées de parois épaissies et ne conservant qu'un vide central qui a l'apparence d'une ponctuation; Exemple le *Palmier* figuré à la pl. XX, fig. 7, A; fig. 8, A; fig. 9, *a*; fig. 10, *a*; fig. 11, *a*; fig. 13.

Le tissu utriculaire présente les mêmes formes que dans les végétaux dicotylédonés; les utricules sont hexagonales, Ex. : *Aloe fruticosa*, fig. 8 A; d'autres fois alongées, fig. 8 B, etc., etc.

Les vaisseaux subissent pareillement les modifications que nous avons décrites précédemment : ainsi, l'on trouve dans les Monocotylédonés des trachées à lames écartées et uniques, des trachées à lames multiples, à lames serrées, à lames légèrement anastomosées; des vaisseaux fendus, des vaisseaux à pores réguliers, irréguliers, etc.

Par exemple, la coupe verticale d'une fibre du *Palmier* représenté pl. XX, fig. 12, offrira une trachée, G, à lame écartée, peu apparente; une trachée, F, à lame plus épaisse et plus visible; une trachée, E, à lames serrées, partiellement anastomosées; un vaisseau ponctué, D, à ponctuations encore

alongées, souvent disposées régulièrement en lignes transversales, parfois cependant irrégulièrement distribuées. Ces vaisseaux vont en augmentant de diamètre, comme dans les fibres des Dicotylédonés.

L'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 7 et 8, montre aussi les diverses espèces de vaisseaux; de même le *Dracœna Draco*, pl. XIX, fig. 8, 9.

Nous n'avons donc pas besoin de nous arrêter sur ce point, puisque nous avons décrit avec soin toutes les particularités offertes par les tissus élémentaires. Nous renvoyons donc à la description que nous en avons faite.

La seule chose essentielle que nous voulions constater, c'est l'identité des tissus qui forment les plantes des deux grandes classes qui partagent le règne végétal. Les différences qu'elles présentent consistent dans la disposition des parties et le mode d'accroissement; c'est sur ces objets que nous allons nous arrêter plus spécialement.

L'aspect que présente la tige des végétaux ligneux de la classe des Monocotylédonés est bien différent de l'aspect offert par les arbres dicotylédonés.

Dans les Monocotylédonés on ne voit pas une médulle centrale, régulièrement circonscrite par un cercle de vaisseaux; des rayons médullaires rectilignes, divergeant vers la circonférence, naissant dans la partie centrale, ou prenant origine dans les segments de la tige déterminés par les premiers rayons, les divisant et les subdivisant en devenant de plus en plus nombreux, à mesure que la circonférence devient plus grande.

On ne voit plus un système central formé de couches concentriques enveloppant successivement, d'année en année, celles qui se sont formées avant elles.

On ne voit plus surtout une zone interstitielle, dans laquelle s'opère exclusivement tout l'accroissement, et qui se trouve interposée entre la portion centrale et la corticale, de manière

que les parties nouvelles de l'écorce repoussent toujours les zones anciennes en-dehors, tandis que les couches nouvelles du bois renferment au centre les productions ligneuses qui les ont précédées.

Dans les Monocotylédonés les fibres sont dispersées sans ordre au milieu d'un tissu médullaire abondant ;' les fibres centrales sont écartées, souvent plus pâles et plus tendres; au-dehors les fibres sont plus dures, plus fermes, plus colorées, entrecroisées, et constituent une zone d'une densité souvent extrême.

Plus extérieurement encore, on trouve une couche assez irrégulière de fibres fines, paraissant encore non vasculaires, et recouvertes par la médulle externe plus ou moins épaisse, avec laquelle elles ont des connexions.

Pour étudier avec détail la tige des Monocotylédonés, prenons le *stipes* d'un Palmier, dont la structure sera, pour ainsi dire, le type de celle des végétaux monocotylédonés : toutes les parties seront, en effet, bien visibles, et l'arrangement qu'elles offriront par suite d'un long accroissement facile à constater.

Ce sera, par exemple, le Palmier rouge, que le commerce de Paris reçoit du Brésil, et avec lequel on fait des cannes et autres objets de tabletterie. La pl. XXI, fig. 1, nous présente une coupe transversale et une coupe verticale de ce *stipes*.

Ces coupes nous feront voir les objets suivants :

1.° A l'extérieur une couche médullaire *a, a*, recouverte par l'épiderme, et représentant la médulle corticale des Dicotylédonés.

2.° Plus en-dedans une couche *b, b*, formée de fibres, les unes capillaires, les autres nn peu plus grosses, d'autres enfin d'un diamètre encore plus grand, toutes se ramifiant et s'anastomosant.

3.° Plus en-dedans encore, une couche épaisse, *c, c*, formée par des faisceaux très-gros, très-serrés, d'un rouge très

foncé, formant la partie la plus dense, la plus solide et la plus colorée de la tige.

Les fibres extérieures de cette couche sont d'un diamètre plus petit que les plus intérieures, de sorte qu'elles se nuancent, pour ainsi dire, avec la couche fibreuse extérieure.

La direction générale de ces fibres est légèrement convergente vers le centre; mais on en voit un certain nombre *g*, *h*, *i*, qui croisent les autres, en se portant en-dehors vers le point où s'insèrent les feuilles.

4.° Enfin le centre de la tige est rempli par les fibres *e*, *e*, d'un très-grand diamètre, pâles, moins dures que celles qui constituent la zone corticale, distantes les unes des autres, et disséminées dans un tissu médullaire, *f*, *f*, abondant, lâche, à utricules vides et grandes.

Le Palmier *noir* du commerce de Paris présente une organisation semblable; la couche fibreuse extérieure est seulement moins épaisse; les fibres sont colorées en noir.

Le Palmier-Doum (*Cucifera Thebaica*, Delile) a aussi une organisation pareille, mais la couche fibreuse extérieure est épaisse; la couche qu'elle recouvre est peu dense, elle ne forme pas une zone fort nette. Elle se distingue peu de la partie centrale, parce que ses fibres deviennent, d'une manière insensible, moins serrées, et que la distance qui sépare les fibres centrales entre elles n'est pas beaucoup plus grande que celle qui existe entre les fibres extérieures. Toutes ces fibres enfin ont aussi généralement la même couleur : elles sont roussâtres.

Un petit palmier à fibres noires que j'ai reçu, sans nom, du professeur Desfontaine, présente une organisation toute pareille à celle des deux premiers que j'ai mentionnés. La planche XX, fig. 1, en offre une coupe transversale et verticale; elle présente la couche médullaire externe, *a*, *a*; la couche formée de petites fibres peu serrées et d'un diamètre inégal, *b*, *b*; le cercle dense formé de fibres dures, serrées et colorées, dont les extérieures

sont moins grosses; les faisceaux centraux plus gros et plus pâles, *e, e,* disséminés dans un tissu médullaire *f, f,* lâche et abondant; on voit enfin que dans la zone dense les fibres *g, h, i,* croisent les autres en se portant en-dehors.

Telles sont les différentes fibres qui constituent les zones diverses qui composent le *stipes* des palmiers, et qui nous apparaissent lorsque nous en faisons une section transversale.

Nous devons maintenant étudier leur structure anatomique; puis nous devrons chercher à savoir comment elles naissent et se terminent; quelle est leur directiou générale; comment elles se développent; quels changements elles éprouvent dans tous les points de leur étendue, et à toutes les époques de leur végétation, car c'est par ce moyen que nous pourrons connaître la véritable structure des Monocotylédonés et leur mode d'accroissement.

Les fibres les plus fines ne paraissent formées que de tissu parenchymateux.

Les fibres moyennes commencent à contenir quelques vaisseaux peu visibles à l'œil nu.

Les fibres extérieures de la zone compacte (petit Palmier noir), pl. XX, fig. 11, qui sont moins volumineuses que celles qui forment la partie intérieure de cette zone, sont formées par un tissu parenchymateux, *a*, dont les utricules sont tout-à-fait comblées, noires; du coté interne, vers le bord on remarque un point blanchâtre, qui est constitué par la partie vasculaire; parmi les vaisseaux, l'un, *c*, est ponctué, ou rayé, d'un diamètre plus grand que les autres, *d*, qui sont très-petits, annulaires ou spiraux. La partie vasculaire est entourée presque complètement par la partie parenchymateuse; la fibre est entièrement entourée de tissu médullaire, *e*, à utricules blanches, lâches, vides.

Si on examine une fibre plus intérieure, fig. 10, on verra la même structure; mais la partie vasculaire est plus développée; le vaisseau, *c*, est d'un diamètre plus grand; la partie

parenchymateuse, *a*, n'entoure plus complètement la portion vasculaire; entre ces deux parties est une ligne, *b*, qui paraît plus pâle et moins consistante.

Les fibres qui avoisinent plus le centre, fig. 9, ont la partie vasculaire encore plus apparente, dégagée du côté interne de la partie parenchymateuse; celle-ci est rousse ou partiellement noire; la portion *b*, qui se trouve entre le parenchyme et les vaisseaux, présente un vide, causé par la déchirure d'un tissu mal formé que la dessiccation a fait disparaître.

Les fibres du centre, fig. 8, nous présentent un tissu parenchymateux A, moins grand proportionnellement à la masse vasculaire, pâle, à utricules présentant un vide plus ou moins marqué; celles qui avoisinent les vaisseaux sont seules comblées; la partie vasculaire est plus développée; les vaisseaux rayés, C, plus gros et multiples; les vaisseaux annulaires et spiraux, plus gros aussi, unis par un tissu utriculaire, ponctué, alongé. Au-delà des vaisseaux ponctués, sont encore des vaisseaux spiraux D'; la partie B placée entre les vaisseaux et le parenchyme solide est en partie détruite. Quelquefois, comme dans la fig. 7, elle est complètement détruite et laisse un grand vide B.

Ces fibres, dans lesquelles les utricules du tissu parenchymateux sont imparfaitement comblées, montrent que ce tissu se nuance avec le tissu médullaire.

Le tissu parenchymateux, qu'on voit très-grossi dans la fig. 13, doit l'épaississement de ses parois à un dépôt qui se forme sur sa face interne; les utricules qui avoisinent les vaisseaux et qui sont presque entièrement remplies, ont une ponctuation noirâtre au centre, qui est un très-petit vide dont la surface est granuleuse : le vide devient beaucoup plus grand dans les utricules extérieures; cependant vers la partie externe il en est encore qui sont presque pleines.

Le tissu utriculaire qui unit les vaisseaux entre eux, et qui est très-grossi dans la fig. 14, est aussi formé d'utricules alon-

gées, ponctuées, à parois solides, opaques vers les vaisseaux, non à cause qu'une substance déposée en épaissit les parois comme dans le tissu parenchymateux, mais parce que en ces points elles sont petites, irrégulières, et comprimées par les vaisseaux.

La coupe verticale d'une fibre, fig. 12, en nous faisant voir les parties sous un nouvel aspect, nous fera constater tous leurs caractères, et nous fera bien apprécier leurs dispositions respectives.

A l'extérieur est le tissu médullaire A, A, dont les utricules sont lâches, hexagonales, etc.

Puis en allant de la partie interne vers l'extérieur, on voit la trachée G, dont la spirale est peu visible, la trachée F à lame opaque et plus serrée; le vaisseau annulaire, E, qui n'est qu'une trachée à lames rapprochées, et présentant quelques anastomoses; puis le grand vaisseau D, qui présente des ponctuations ou alongées ou arrondies, plus ou moins larges, paraissant souvent formées de deux lignes noires concentriques à cause de l'épaisseur de la lame, quelquefois rangées en lignes transversales régulières, quelquefois irrégulièrement distribuées. Tous les vaisseaux sont séparés par un tissu utriculaire alongé, c', c', c', c'. Entre les vaisseaux et le parenchyme, est une partie, c, transparente, qui est l'insterstice dans lequel ont été créées successivement toutes les parties; enfin la masse du parenchyme B est formée d'utricules alongées, mais à parois épaisses.

On voit d'après cela que les faisceaux vasculaires des Monocotylédonés, même les plus avancés, sont tout à-fait semblables aux faisceaux isolés des tiges annuelles, comme ceux du *Bocconia*, du *Chelidonium*, etc.; ils sont formés des mêmes parties, et ces parties sont exactement disposées dans le même ordre: les trachées sont intérieurement, puis viennent les vaisseaux annulaires, ponctués, etc. La masse parenchymateuse, enveloppant d'abord les vaisseaux trachéens, et contenant les vaisseaux propres dont les parois ne sont pas visibles, est rejetée

en-dehors, et la ligne qui la sépare de la masse vasculaire est constituée par un tissu incomplètement formé. Il faut noter cependant que les fibres des Monocotylédonés n'étant pas fixées dans un cercle régulier, éprouvent parfois un mouvement de torsion, qui fait que les vaisseaux trachéens ne sont pas précisément placés du côté du centre. Mais cela n'est qu'accidentel. Ainsi les fibres des stipes ligneux, dans tous les temps, restent isolées et arrondies, et réunissent les éléments des deux systêmes. C'est là le fait fondamental de la structure des Monocotylédonés; ce fait, je l'ai énoncé il y a long-temps, lorsque je disais (1) que le systême central et le systême cortical n'étaient pas distincts dans les Monocotylédonés, et que les fibres qui constituaient *le stipes* contenaient, à toutes les époques de l'accroissement, les vaisseaux corticaux et ceux qui composent le systême central.

Mais nous aurons à revenir sur ce point en étudiant l'accroissement des Monocotylédonés: nous passons donc à l'étude du mode de développement de ces végétaux.

Accroissement.

Nous avons étudié anatomiquement les fibres dans tous les états dans lesquels elles se trouvent; nous devons les suivre dans les diverses phases de leur développement; nous devons voir comment elles naissent et se terminent, quelles transformations elles subissent, aux diverses époques de l'accroissement, quelle direction elles suivent, comment elles se régénèrent. Ce n'est qu'alors que nous concevrons la structure des Monocotylédonés et leur mode de développement.

Si l'on examine avec attention les fibrilles qui composent la

---

(1) Mémoires de la Société royale des Sciences de Lille, 1823; *Botanographie élémentaire*, 1826.



couche externe des palmiers, pl. XX, fig. 1 *a*, et pl. XXI, fig. 1, *a*, on voit qu'elles naissent des grosses fibres qui viennent du centre ; elles en sortent au moment où les fibres centrales vont s'échapper pour former les feuilles ; ainsi la fig. 3 de la pl. XX, nous montre une fibre, *a*, qui, pour aller s'épanouir en feuilles, croise les fibres, *b*, qui composent la zone compacte, et, avant de sortir de la couche fibreuse, elle fournit un nombre plus ou moins grand de fibrilles.

D'autres fibrilles semblent sortir de la couche médullaire externe : ainsi la fig. 5 de la pl. XX, représente une portion de cette couche, vue par la face interne ; *c* est une fibrille qui en sort.

La fig. 6 de la même planche représente une section de la couche médullaire vue dans le sens de son épaisseur ; *c* est une fibrille qui sort de la médulle ; elle paraît provenir du point où s'épanouit la fibrille *b*. D'autres fibrilles qui sortent de cette couche paraissent être la continuation de fibrilles, comme *a*, qui semblent se plonger dans la médulle pour en sortir, et cela, parce que, dans les tiges sèches, la médulle extérieure est inégalement détachée de la couche fibreuse.

Quoi qu'il en soit, que les fibrilles viennent de la couche médullaire elle-même, qu'elles soient fournies par la dernière extrémité des fibres qui s'épanouissent, ou qu'elles soient la continuation de fibres qui ont seulement une adhérence plus profonde avec la médulle, toujours est-il qu'il y a des fibrilles qui sortent de la partie médullaire externe.

Les fibrilles de la couche extérieure se réunissent ; les rameaux résultant de leurs anastomoses reçoivent successivement de nouvelles fibrilles, comme *a*, *a*, fig. 3, pl. XXI, et à leur tour donnent des fibrilles qui iront se joindre aux voisines, comme *b*, *b* ; de manière qu'elles constituent une sorte de filasse formée de fibres anastomosées de toutes façons.

Il arrive que ces fibrilles qui sortent de la médulle ou de

fibres plus grosses, font un court trajet et se perdent de nouveau dans la médulle extérieure. C'est ce qu'on peut voir, fig. 2, dans laquelle la fibre *a* sort de la portion de médulle *b*, pour aller se plonger dans la portion *c*.

D'autres fibres se comportent différemment : ainsi beaucoup de fibres formées par la réunion de nombreuses fibrilles, comme *c*, fig. 4, continuent de recevoir de nouvelles fibrilles, comme *d*, *e*, etc., en donnent quelques-unes, et finissent par acquérir un grand volume, comme on le voit en *f*; elles s'alongent en augmentant toujours de diamètre, comme en *g*, fig. 5, puis se courbent en-dehors pour s'épanouir en feuilles, au point *k*, en se subdivisant en plusieurs branches, *j*, *j*, ou en restant simples comme *c* de la fig. 6.

Au point de leur épanouissement, les fibres s'amincissent habituellement.

Si parfois la portion qui s'épanouit reste simple, il arrive presque toujours qu'en se courbant, les fibres fournissent de grosses branches, qui se continuent dans la direction première. Par exemple, la fibre *g*, fig. 5, avant de se courber pour fournir les rameaux *j*, *j*, qui vont former les feuilles, fournit la branche *h*, qui se subdivise, et la branche *i*, qui s'anastomose avec une autre fibre. La fibre *a*, fig. 6, fournit la fibre *b*, qui va aussi s'unir à une fibre volumineuse.

Quelquefois les fibres se continuant toujours, fournissent, d'espace en espace, des branches d'épanouissement : telles sont les branches *h*, *j*, *l*, de la fig. 2, fournies par la fibre principale avant son épanouissement en *c*.

Les grosses fibres, d'après ce que nous avons vu, ne naissent pas toujours de fibrilles capillaires, puisque les fibres *i*, *h*, de la fig. 5, et *b* de la fig. 6, ont un gros volume dès l'instant où elles sortent du tronc qui les produit.

Parfois elles sont déjà volumineuses au point où elles naissent de la médulle externe : ainsi, *d*, de la fig. 2, sort très-grosse

de cette médulle, elle prend origine immédiatement contre le point où vient s'épanouir la fibre *k*, comme si elle était formée par la substance de cette dernière.

Quoi qu'il en soit, et il faut noter ce fait important, à mesure qu'une fibre s'élève en grossissant par l'addition des fibrilles qu'elle reçoit en son trajet, elle devient plus intérieure parce que de nouvelles fibres sont produites extérieurement, soit par les fibres qui s'épanouissent avant elle, soit par les fibres plus extérieures qu'elles, soit par la médulle extérieure. Il résulte de là que telle fibre qui à son origine était extérieure, fait partie de la zone compacte, puis devient centrale; ensuite, comme cette fibre doit s'épanouir à travers la médulle externe pour concourir à la formation des feuilles, son extrémité supérieure doit être courbée en-dehors, du centre au point d'insertion de la feuille, et croiser par conséquent les fibres encore extérieures qui continuent à converger vers le centre, ainsi qu'on le voit dans la pl. XX, fig. 1, et dans la pl. XXI, fig. 1, etc.

Il faut noter aussi qu'à mesure que les fibres s'élèvent, elles changent de nature : les fibrilles paraissent entièrement parenchymateuses et pâles; quand elles deviennent plus volumineuses elles sont d'une couleur plus foncée et laissent apercevoir les vaisseaux; puis les fibres deviennent d'une couleur intense et montrent très-distinctement les vaisseaux; elles font alors partie de la zone compacte; ensuite elles deviennent centrales, alors leur couleur cesse d'être foncée, et leurs vaisseaux sont d'un diamètre plus grand, enfin elles redeviennent d'une couleur foncée en traversant de nouveau la couche compacte, et en s'épanouissant; elles s'amincissent souvent à leur extrémité supérieure, probablement à cause des branches qu'elles ont fournies.

Ces observations font nettement comprendre l'origine et la direction des fibres, et font parfaitement reconnaître que les fibres extérieures, les fibres de la zone compacte, et les fibres de la partie centrale, bien qu'elles soient d'un aspect si peu

semblable , sont cependant les mêmes. Elles paraissent si diverses, parce qu'une section transversale coupe toutes les fibres, à un point différent pour chacune d'elles; les fibrilles sont les fibres coupées vers leur origine; les fibres de la zone compacte, celles coupées plus haut; les fibres centrales, celles coupées encore plus haut, etc.

Les faits précédents expliquent aussi fort bien l'entrecroisement des fibres que M. Hugo Mohl a observé, et dont il a parfaitement signalé la cause. Il ne faudrait pas croire cependant, comme on l'a dit, que les fibres extérieures se portent vers le centre, pour traverser ensuite les couches externes au moment où elles vont s'épanouir. Ce sont les fibres nouvelles qui, naissant de fibres précédemment formées et plus extérieures qu'elles, dépassent le point où les fibres anciennes s'épanouissent, et les croisent nécessairement. Alors elles sont elles-mêmes centrales, et bientôt elles sont recouvertes par les fibres qui se sont formées après elles, puis les croisent à leur tour au moment où elles s'épanouissent; notons toutefois que ces productions sont formées pour ainsi dire simultanément, c'est-à-dire que lorsque les fibres, encore tendres et transparentes se forment, dans l'extrémité presque entièrement cellulaire des stipes, en même temps se forment déjà des fibrilles plus petites qui seront celles des feuilles subséquentes créées à l'extérieur.

Ainsi l'on aurait une idée fausse si l'on croyait que les fibres se portent en-dedans, à travers des parties déjà formées, pour se diriger ensuite en-dehors, à travers la couche compacte. Le développement de toutes les fibres qui entrent dans une section de la tige, se fait presque contemporainement dans le gros bourgeon qui forme la partie accrescente du stipes.

Les faits que nous avons signalés plus haut sont contraires à l'opinion long-temps reçue, que les fibres centrales étaient les plus récentes; une raison qui a pu faire croire qu'elles

étaient moins anciennes que celles qui composent la zone compacte, c'est qu'elles sont d'une couleur beaucoup moins foncée, et qu'elles paraissent d'un tissu plus lâche, de sorte qu'elles semblent n'être encore qu'imparfaitement formées, et être aux fibres de la couche compacte ce que l'aubier est au bois. Mais en les suivant dans leur longueur, on voit évidemment qu'un grand nombre d'entre elles ont été primitivement extérieures, et que dans la partie inférieure qui est comprise dans la zone compacte, elles présentaient une couleur très-foncée. L'intensité de la couleur paraît tenir à la compression qu'éprouvent les tissus au point où ils sont les plus pressés, ce qui a lieu dans la zone compacte. En ce point, effectivement, le nombre des fibres devenant beaucoup plus considérable, celles-ci doivent nécessairement éprouver une forte compression qui retient probablement les sucs, et qui est cause de la dureté et de la teinte de la couche dans laquelle s'opère l'entrecroisement.

Il est si vrai que la coloration des fibres tient à cette cause, qu'après avoir été d'une couleur foncée dans la couche opaque, pâles lorsqu'elles sont devenues centrales, elles redeviennent très-colorées lorsqu'elles traversent de nouveau la couche foncée pour aller s'épanouir.

Nous avons besoin de faire remarquer que l'entrecroisement des fibres des Monocotylédonés n'est pas une chose insolite et qui leur soit propre : dans les Dicotylédonés, il y a un entrecroisement tout-à-fait analogue : les faisceaux vasculaires qui vont aux feuilles étant promptement recouverts par les fibres qui se rendent aux verticilles supérieurs, il en résulte que l'extrémité qui se recourbe pour entrer dans le pétiole doit nécessairement être croisée par les fibres qui vont s'épanouir plus haut ; mais cet entrecroisement paraît moins, parce que les faisceaux foliaires sont généralement moins épais, et surtout parce que la partie recourbée est excessivement courte, attendu que l'écorce était primitivement appliquée sur la fibre qui

s'épanouit : plus tard, les nouvelles couches qui se forment sur la face extérieure du bois et sur la face interne de l'écorce, rejette celle-ci en-dehors, de manière que l'extrémité de la fibre foliaire ne tient plus à l'écorce. Les choses ne se passent pas de même dans les Monocotylédonés : les fibres restent adhérentes à l'épiderme. Mais cependant il arrive quelquefois que, par des causes analogues à celles que nous venons de citer, l'entrecroisement devient moins visible dans quelques Monocotylédonés que dans les palmiers, comme nous le ferons bientôt remarquer.

M. Mohl a conclu des faits que nous venons de rappeler que dans les Monocotylédonés toutes les fibres croissaient à l'extérieur, comme dans les Dicotylédonés, que par conséquent l'organisation était la même dans les deux grandes classes du règne végétal. Cette conclusion n'est point rigoureuse, car nous allons prouver que toutes les fibres sont loin de se former à l'extérieur.

Si l'on examine, en effet, les fibres centrales, on voit très-aisément qu'elles produisent des fibrilles semblables à celles qui naissent de l'extrémité des fibres foliaires avant qu'elles aient traversées la médulle extérieure, ou de cette médulle même. Par exemple, la fig. 2, pl. XX, est une fibre centrale qui produit de nombreuses fibrilles, *b*, *b*, *b*, destinées à former de nouvelles fibres au centre ; la fibre principale, *a*, reçoit en même temps des fibrilles *c*, qui se dirigent par conséquent en sens inverse des fibrilles *b*, *b*, *b* ; on trouve donc au centre les mêmes dispositions qu'on peut remarquer à l'extérieur. Lorsqu'on observe attentivement, on voit que, même dans la couche compacte, les grosses fibres en fournissent de plus petites.

Mais ce ne sont pas seulement des fibrilles que fournissent les grosses fibres qui occupent le centre des stipes, puisque nous avons vu qu'avant de se courber pour s'épanouir, elles donnent de gros rameaux qui se continuent au centre ; ainsi la

fibre *a*, fig. 6, pl. XXI, en se courbant en *c*, fournit un cordon épais, *b*, qui va s'unir à une fibre voisine ; la fibre *g*, fig. 5, fournit aussi une branche d'anastomose, *i*, et une nouvelle fibre indépendante, *h*; la fibre *d*, fig. 2, avant de s'échapper en *i*, fournit une nouvelle fibre, qui, en s'épanouissant en *j*, en donne une autre, qui se divise encore avant de s'épanouir en *b*, etc.

D'un autre côté, bien des fibres ne vont jamais au centre ; elles naissent à l'extérieur, et s'épanouissent sans se trouver enfermées dans la couche compacte.

Il est donc bien clair que dans les Monocotylédonés, toutes les fibres ne proviennent pas de l'extérieur ; toutes les fibres sont destinées à en reproduire de nouvelles ; elles ne sont pas continues dans toute l'étendue du tronc ; elles tirent leur origine les unes des autres, chacune par des points multipliés, fournissant, avant de s'échapper en feuilles, des ramifications qui les remplaceront.

Il est si vrai que toute la croissance ne se fait pas à l'extérieur, que les fibres ne sont pas continues, que la vie de la plante ne réside pas dans les couches externes, et qu'elles ne sont pas la voie indispensable par laquelle l'extrémité supérieure des stipes communique avec la partie vivante des racines, qu'on peut faire une incision annulaire qui intéresse toute la substance d'un stipes jusqu'à la zone compacte, sans compromettre l'existence du végétal soumis à l'opération. J'ai, par exemple, pratiqué l'incision annulaire sur des tiges de *Yucca*, d'*Aloe fruticosa;* ces arbres monocotylédonés ont continué de vivre, pendant bien des années, sans altération, surtout quand on abritait la plaie. Le seul changement qu'on aperçoive ordinairement, c'est la formation d'un bourrelet supérieur, qui devient assez gros, sans s'alonger sensiblement, et duquel s'échappent fréquemment de nombreuses racines.

Nous ne prétendons pas tirer de ces faits la conséquence

qu'il ne se forme pas un grand nombre de fibres dans la zone externe, de manière à constituer, en quelque sorte, des couches dans toute l'étendue du végétal, et à rendre ainsi la tige un peu conique, c'est-à-dire plus épaisse vers la base. Mais nous disons qu'indépendament des fibres externes, de nouvelles fibres sont créées à l'intérieur.

Quand nous étudierons la formation des racines, nous acquerrons une nouvelle preuve de la création multiple des faisceaux fibreux : de nombreuses fibres s'engendrent à l'extérieur de la tige, car nous verrons que les racines sortent primitivement de la surface extérieure des couches fibreuses, et que, lorsqu'elles ont vécu plusieurs années, leur point d'origine est plus ou moins enfoncé au milieu des fibres; et, en même temps, les racines nous offriront elles-mêmes des preuves évidentes de l'accroissement interne.

Mais avant d'étudier leur structure propre, il nous reste à mentionner encore quelques faits qui prouvent que l'accroissement se fait dans toute l'épaisseur des tiges des Monocotylédonés.

La coupe d'une tige de *Yucca*, pl. XXVII, fig. 1, nous montre une structure analogue à celle des palmiers : à l'extérieur, on trouve l'épiderme dont *a*, *a*, sont des lambeaux, puis une couche médullaire détruite par la macération; puis une zone compacte, *b*, *b*, formée de fibres serrées, pressées, anastomosées en réseau à mailles très-étroites, semblant constituer des couches superposées, mais unies entre elles par des fibres qui passent d'une couche à l'autre, et par conséquent anastomosées entre elles, comme les fibres qui composent chacune d'elles. Les fibres centrales *c*, semblent, lorsqu'on les examine d'une manière générale, naître toutes de la partie extérieure, décrire un arc de cercle dont la convexité regarde le centre, puis traverser la zone compacte, pour s'épanouir en feuille, comme aux points *d*, *d*.

Ces points sont habituellement assez éloignés de l'épiderme, ce qui annonce que des fibres nombreuses se sont développées à l'extérieur, depuis l'épanouissement des premières feuilles.

En-dehors de la couche compacte, on ne trouve pas une couche formée de fibrilles comme dans les palmiers, parce que les principales fibres sont assez minces, assez tendres; de sorte que les fibres nouvelles, qui sont presque aussi fermes et aussi grosses que les anciennes, se confondent avec elles, et d'autant plus que le réseau formé par les fibres externes est à mailles très-étroites, et les anastomoses qui l'unissent aux fibres plus anciennes très-nombreuses; de cette façon elles doivent adhéreret se confondre avec la zone compacte.

L'accroissement externe est parfaitement prouvé par les faits qui viennent d'être exposés; mais l'accroissement interne n'est pas plus difficile à démontrer : à mesure que des fibres nouvelles se formaient à l'extérieur, de nouveaux faisceaux fibreux s'engendraient dans la vaste zone médullaire qui occupe le centre de la tige; si bien que tout-à-fait à la base du *stipes* la partie centrale est toute fibreuse et entièrement solidifiée, ce qui n'a pu arriver que parce qu'il s'est formé des fibres à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur.

On reconnaît cette formation des fibres internes par l'étude d'une fibre isolée, aussi bien que par l'examen général du *stipes*. Effectivement, si on suit dans toute sa longueur la fibre un peu grossie que représente la fig. 2 de la pl. XVII, on voit qu'à son origine elle est formée par les fibrilles *a*, qui constituent à l'extérieur le réseau *d*; elle reçoit aussi des ramications directes des fibres foliaires dans leur trajet à travers la zone compacte, ou même avant qu'elles ne s'y engagent comme en *b*; enfin elles reçoivent des fibres tout-à-fait centrales.

Supérieurement elles donnent elles-mêmes des fibrilles *f* qui se joignent à des cordons principaux comme *g*, ou qui sont elles-mêmes des cordons principaux comme *e*, *e*, ou des ramifications

fines *i, i,* qui concourent à la formation des fibres centrales supérieures, ou enfin des fibrilles qui sortent de leur extrémité au moment où elles vont s'épanouir en feuilles, fibrilles qui concourent à constituer les réseaux qui s'ajoutent à l'extérieur.

Ainsi, si dans son ensemble la fibre représente un arc de cercle dont l'extrémité inférieure sort des zones externes, dont le milieu occupe la portion centrale et dont l'extrémité supérieure se reporte de nouveau vers la périphérie et croise ainsi les fibres qui vont former les feuilles supérieures, en réalité ces fibres ne viennent pas plus du dehors que du centre: le fait essentiel est que toutes les fibres naissent les unes des autres, chacune produisant des rameaux à l'extérieur, dans la zone solide et au centre. Cependant ici il semble qu'à l'extérieur il s'engendre plus de fibres qu'intérieurement; la fig. 3 donne une idée du réseau extérieur.

L'*Aloe fruticosa* présente une disposition tout-à-fait analogue; les fibres sontplus grosses, extrêmement fragiles, de manière qu'on peut les suivre plus difficilement dans la zone d'entrecroisement: ces fibres tendres et sans solidité semblent différer si peu du tissu utriculaire qui les unit qu'on ne les distingue plus; cependant, en coupant cette zone avec un instrument bien affilé, on reconnait encore qu'elle est formée de fibres qui se dirigent en-dedans, et de fibres qui se dirigent en-dehors.

Du reste, on rencontre les mêmes divisions des faisceaux à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Quand on coupe l'extrémité d'une tige encore succulente en tranches très-minces, les fibres paraissent sous forme de lignes transparentes, et l'on voit que les unes procèdent de la zone externe, les autres des fibres internes.

Le réseau des fibres extérieures est si serré, et les fibres d'ailleurs si peu solides, que les couches externes paraissent une lame criblée de trous.

L'accroissement interne est, comme dans les *Yucca,* si mar-

qué, que la zone compacte a une épaisseur très-considérable à la base du *stipes* et que le centre y est complètement obstrué de fibres.

Le *Pandanus odoratissimus* nous offrira aussi quelques remarques importantes à faire. La section verticale de son *stipes*, pl. XVIII, fig. 8 et 9, nous montre qu'il est formé par une multitude de fibres assez grosses et peu consistantes, entrecroisées d'une manière inextricable, se divisant, s'anastomosant de toutes façons. Ces fibres ne constituent pas de zone compacte bien distincte, car elles sont à peu près aussi serrées au centre qu'en-dehors ; ce qu'elles offrent de plus notable, c'est qu'elles sont très-obliques, décrivant autour de la tige une spirale à tours très-rapprochés, formant ainsi plusieurs plans qui, n'étant pas coupés de la même manière par une même section verticale, présentent en un bord toutes fibres qui s'enfoncent dans la partie restante de la tige, à l'autre bord toutes fibres qui en sortent en s'élevant; contre chacun de ces bords est un autre plan composé de fibres qui semblent se diriger en sens inverse.

On voit, en examinant la figure 8, qui représente la partie supérieure du *stipes*, et la figure 9, qui représente la partie inférieure, que le *stipes* va toujours en diminuant vers le bas; ce qui indique que le nombre des fibres augmente, de la base au sommet, chaque production destinée à former une spirale de feuilles engendrant un nombre de fibres plus grand que celui dont elle était composée elle-même.

On remarquera aussi que les racines qui sortent du *stipes* pénétrent plus ou moins profondément entre les fibres par une extrémité conique dont les fibres sont entrecroisées avec les fibres caulinaires, par ce qu'il s'est formé des fibres extérieures qui se sont entrecroisées avec les fibres des racines ; primitivement, ainsi que nous le verrons en étudiant les racines, celles-ci naissaient à la surface des couches fibreuses.

Du reste, les fibres du *Pandanus* se comportent dans leur

trajet comme celles des végétaux que nous avons étudiés jusqu'à présent. Ainsi, la figure 7 nous offre une fibre A qui naît de fibres *a*, *c* plus ou moins centrales et de fibres *b*, *b*, produites par les fibres principales au moment où elles vont s'épanouir en feuilles; la fibre A produit à son tour des fibres *d*, *f*, *f* plus ou moins centrales et des fibrilles *e*, *e* au point de son épanouissement. Ainsi, dans le *Pandanus* encore nous voyons les fibres naître de tous les points du centre, comme de la circonférence; les seules différences dignes d'être notées qu'elles présentent, c'est que les fibrilles extérieures ne sont ni très-fines, ni multipliées, ni fréquemment anastomosées, de manière qu'on ne voit pas le réseau extérieur que nous avons indiqué. Les fibres externes paraissent d'autant plus se confondre avec le reste de la couche, qu'il n'y a pas de zone compacte et serrée comme dans les palmiers; enfin un si grand nombre de fibres naissent au centre, que l'entrecroisement des fibres qui s'épanouissent avec celles qui viennent du dehors est fort peu apparent : il est néanmoins visible. Cette circonstance est probablement la cause qui fait qu'il n'y a pas une couche compacte très-apparente; car s'il y a un entrecroisement peu notable, la zone dans laquelle il s'opère habituellement n'aura pas la même densité que de coutume.

Enfin, le volume des ramifications centrales est tel, qu'elles semblent être la continuation des fibres qui les fournissent, tout autant que les cordons qui vont s'épanouir en feuilles. Ainsi, la fig. 6 nous présente une fibre centrale qui donne un grand nombre de faisceaux foliaires, mais en même temps des branches centrales qui sont assez volumineuses pour qu'on doive les considérer comme la prolongation de la fibre principale, qui, par conséquent, s'étend long-temps dans le centre du *stipes*, sans laisser penser qu'elle s'échappe pour former les expansions foliacées.

Il est utile de constater que les rhizomes présentent une

organisation analogue à celle des tiges aériennes; nous allons montrer la structure du rhizome de l'*Arundo Donax*, pl. XVI, ainsi que celle de son chaume; cette plante nous fera faire quelques observations précieuses.

La fig. 1 nous présente un rhizome et un chaume qui sont fendus dans le sens de leur longueur, et qui, par une assez longue macération, ont perdu la totalité de leur tissu utriculaire. Il sera facile de voir que le rhizome AA est formé de fibres assez volumineuses qui sont, comme dans les *stipes*, distribuées sans ordre, etc., et qui donnent des rameaux anastomosés avec les fibres voisines; les fibres profondes se courbent en-dehors pour aller s'épanouir en écailles (rudiments de feuille). Ainsi, la fibre *a* se courbe pour sortir par le point de la circonférence dont elle est le plus éloignée; *b, b* sont encore des fibres profondes qui se courbent, croisent les fibres plus superficielles et vont contribuer à la formation de feuilles rudimentaires, mais se continuent par un rameau central dans la partie supérieure du rhizome; les fibres extérieures, comme *c*, se comportent de même : elles donnent un rameau foliaire et se continuent; enfin, les fibres tout-à-fait extérieures, comme *d*, sont accolées entre elles, de manière à former une couche mince et serrée, et fournissent des fibrilles aux écailles, en se continuant aussi pour concourir à la formation des écailles supérieures. Ainsi l'on voit que ce ne sont pas plus les fibres internes que les externes qui constituent les expansions foliacées.

Vers l'extrémité, au point *e*, la plus grande masse des fibres du rhizome se recourbe pour former le chaume; en ce point elles fournissent de nombreux rameaux qui se prolongent pour constituer l'extrémité croissante du rhizome, après avoir croisé les fibres qui vont former le chaume et s'être anastomosées avec elles. Ainsi, dans cette plante, comme dans le *Sceau de Salomon*, plusieurs Orchidées à tiges traçantes, etc., les fibres du rhizome se redressent pour former les tiges annuelles, puis donnent

des ramifications qui constituent une grosse saillie, sorte de bourgeon qui termine la tige souterraine et doit servir à l'alonger, quand l'époque de son développement sera venue.

Il arrive fréquemment que les fibres des rhizomes se détruisent par une extrémité à mesure qu'elles s'alongent par l'autre, de sorte que ces tiges, qu'on appelle alors *progressives*, conservent à peu près la même longueur et le même nombre de fibres.

Le chaume, formé par l'élongation de presque toutes les fibres qui composent le rhizome, lesquelles quittent la direction horizontale après avoir fourni les rameaux qui vont prolonger la tige souterraine, diffère du rhizome parce qu'il est fistuleux et garni de diaphragmes; il est constitué par des fibres *f, f* serrées, parallèles, qui forment les feuilles.

Ces feuilles reçoivent les fibres profondes comme les superficielles; de plus, comme elles sont engainantes, elles sont constituées par les fibres de toute la circonférence; il en résulte qu'elles reçoivent presque la totalité des fibres.

Au point de l'épanouissement de chaque feuille, toutes les fibres semblent donc arrêtées : elles se divisent, s'entrecroisent de manière à constituer un réseau inextricable, qui fait la base des diaphragmes qu'on trouve à chaque nœud.

C'est de ce réseau que partent en grande partie les fibres qui reconstituent le chaume au-dessus de la feuille épanouie et vont former la feuille supérieure, à l'insertion de laquelle un nouveau plexus est formé pour donner naissance aux nouvelles fibres qui prolongeront encore le chaume, et ainsi de suite. C'est le mode, annoncé précédemment, de reformation des fibres par arcades en quelque sorte régulières. La partie extérieure, des diaphragmes recevant les rameaux des fibres inférieures et fournissant ceux qui constituent les fibres supérieures, devra nécessairement être comprise dans l'épaisseur de la couche de fibres parallèles, et semblera la partager à chaque nœud.

C'est aussi du réseau formé à chaque nœud que sortent les fibres du bourgeon axillaire.

Ce bourgeon répond à la nervure médiane ; celle-ci entraîne nécessairement une plus grande quantité de fibres. Il en résulte qu'à chaque point d'insertion la plus grande masse des fibres se dirige du côté du bourgeon.

La feuille immédiatement supérieure étant insérée le plus près possible du point qui est à l'opposite de celle qui l'a précédée, comme cela se remarque habituellement dans les plantes à feuilles alternes, on observe que la plus grande masse de fibres se porte du côté opposé à chaque articulation, ce qui est inévitable, puisque la nervure médiane et le bourgeon de la nouvelle feuille se trouvent de ce côté.

Toutes les dispositions que nous venons de décrire et qui confirment puissamment les faits que nous avons établis, puisqu'elles les montrent dans un état de régularité presque parfaite, seront bien comprises si l'on suit les détails de la fig. 1, de l'*Arundo*, pl. XVI.

Elle montre en effet que les fibres *ff*, parallèles et droites, constituent la partie solide du chaume ; en se divisant, s'anastomosant, se croisant; elles constituent le diaphragme *g, h ;* de ce point partent de toute la circonférence les fibres qui vont former la première feuille ; ces fibres traversent les couches formées par les fibres longitudinales.

i, i sont les fibres longitudinales qui composent le deuxième article; elles sont formées par le prolongement de celles du premier article, ou naissent du plexus *g, h*.

j, k est le deuxième plexus qui envoie les fibres les plus nombreuses du côté *k*, qui correspond au bourgeon et à la nervure médiane.

l, l, les fibres longitudinales du troisième article, naissent comme celles du deuxième, etc.

m, n, o, est le troisième plexus ; les fibres les plus nombreuses sont fournies par le côté *o*, à l'opposite de *k*.

m est une fibre superficielle donnant un faisceau à la feuille

correspondante et se continuant pour aller au nœud supérieur, où elle se comportera de la même manière. Les fibres extérieures sont fines, serrées, mais non soudées en couche spéciale comme dans le rhizome. La prolongation de la fibre qui s'est épanouie se continue avec la partie interne du faisceau primitif, comme le fait voir la figure; de sorte que, lorsque, par la macération, on enlève l'épiderme du chaume, les fibres qui constituent les feuilles semblent provenir de cercles de plus en plus internes, comme si l'accroissement était exclusivement interne, comme dans l'écorce des Dicotylédonés.

n est une fibre profonde qui fournit aussi un rameau à la feuille correspondante et se continue pour constituer les fibres de l'article supérieur. Les fibres profondes sont plus épaisses que celles de la superficie; elles traversent toute l'épaisseur de la couche fibreuse et percent le cercle très-serré des fibres extérieures par une ouverture ovalaire formée par l'écartement de ces fibres.

Ces détails nous font bien comprendre l'organisation des Monocotylédonés; ils nous la font voir en son état de plus grande régularité et de plus grande simplicité. Ils nous montrent que la formation de fibres nouvelles à l'extérieur des anciennes n'est pas le fait essentiel et caractéristique de la structure des *stipes,* puisque la graminée que nous étudions ne paraît pas en produire à la circonférence; son chaume nous montre seulement des fibres qui, au point où elles fournissent des faisceaux foliaires, donnent des rameaux qui remplacent les fibres épanouies, soit directement, soit en constituant un plexus, origine commune des faisceaux nouveaux. La manière dont les racines sortent du rhizome semble confirmer ce fait; car leurs fibres B, fig. 1, restent toujours adhérentes à la surface externe, tandis que leur origine devient interne quand il se forme des fibres en-dehors, comme dans le *Pandanus.*

Il résulte de ce que nous avons dit des fibres qui dans

l'*Arundo* forment les feuilles, que ces expansions reçoivent deux ordres de faisceaux, les superficiels très-minces, les profonds beaucoup plus volumineux. On reconnaît ces deux sortes de fibres dans la feuille, car elles conservent leur volume respectif et sont disposées assez régulièrement, les fibres volumineuses étant séparées par un nombre assez fixe de fibres fines. Ainsi, la fig. 2 montre les fibres *a, a, a*, qui sont assez fortes et proviennent du centre, séparées par les fibres *b, b, b, b*, etc., beaucoup plus fines et provenant de la circonférence. Ordinairement il y a quatre fibres fines entre les volumineuses, cependant parfois on en compte 5, d'autres fois trois seulement et même deux.

Toutes ces nervures sont transparentes, placées au centre d'un parenchyme vert *c, c*, etc.; ce parenchyme, qui accompagne les nervures de chaque côté, est séparé du parenchyme de la nervure voisine par une ligne moins foncée *d;* c'est sur cet intervalle utriculaire que sont placés les stomates qui sont nombreux, ovalaires, etc.

Les vaisseaux qui composent les nervures sont très-petits, très-serrés, leurs fentes ou pores très-peu apparents, de manière qu'il est difficile de les caractériser.

Nous terminerons ici l'exposé des faits anatomiques qui concernent les tiges des Monocotylédonés. De tous ces faits on peut conclure que, dans les Monocotylédonés et les Dicotylédonés, les éléments constitutifs ne diffèrent pas : le tissu utriculaire et les vaisseaux sont les mêmes. Si l'on compare les faisceaux vasculaires des Monocotylédonés avec ceux des Dicotylédonés, dont l'accroissement annuel est borné et dont les faisceaux restent arrondis, on trouve encore que l'identité est parfaite : le parenchyme est semblable, les vaisseaux sont similaires et similairement disposés; les trachées sont internes, et les vaisseaux, en devenant de plus en plus externes, ont des lames de plus en plus anastomosées et un diamètre de

plus en plus grand; la plus grande masse du tissu parenchymateux, dans laquelle sont les vaisseaux propres ou corticaux, occupe la portion extérieure de la fibre. Le développement est analogue dans les deux classes des végétaux que nous comparons, et la zone récente formée par le tissu le plus nouvellement créé sépare, dans les uns comme dans les autres, la masse des vaisseaux trachéens de la portion parenchymateuse, qu'on doit regarder comme corticale.

Ainsi disparaît la différence profonde qui semblait séparer d'une manière infranchissable les deux classes des végétaux vasculaires.

Mais là s'arrête l'analogie. A l'origine des faisceaux il y a similitude, mais les progrès de l'accroissement établissent de bonne heure de notables différences. Lorsque l'accroissement des Dicotylédonés n'est pas borné, la zone interstitielle des faisceaux fournit incessamment de nouvelles parties, qui restent toujours séparées par un interstice transparent, dans lequel des parties plus récentes se formeront encore; les faisceaux s'accroissent ainsi. Bientôt ils se touchent et forment une couche circulaire complète; la zone gélatineuse se continue sans interruption avec celle des faisceaux voisins, de sorte qu'il y a une couche transparente entre la portion corticale et la portion centrale, couche qui s'étend depuis l'extrémité de la tige jusqu'à la terminaison des racines, et dans laquelle se forment de nouvelles fibres vasculaires, qui s'étendent par conséquent dans toute la longueur du végétal.

Il n'en est pas de même dans les Monocotylédonés. Les faisceaux parenchymateux ont un accroissement essentiellement borné; ils restent isolés et arrondis, comme ils le sont dans les tiges annuelles qui demeurent dans la première période d'accroissement; l'interstice gélatiniforme forme des parties nouvelles et se solidifie, mais il ne se reforme pas par une régénération continue; le développement des faisceaux s'arrête,

il n'y a pas de fusion entre eux, il n'y a pas formation de couches concentriques. Conséquemment, les fibres qui doivent donner naissance aux expansions foliaires successives ne sont plus exclusivement formées dans une zone circulaire d'accroissement.

L'observation directe des tiges démontre ces faits jusqu'à l'évidence. Les expériences physiologiques confirment les résultats de l'observation. Ainsi, nous l'avons dit, on peut enlever toute la zone extérieure, jusqu'au tissu dur et compact, sans modifier le développement des stipes, preuve que l'accroissement se fait en partie dans la profondeur de la tige. De plus, on ne peut séparer régulièrement la zone extérieure de l'interne, parce qu'il n'y a pas entre elles un interstice uniforme destiné à la formation des parties. Par suite, on ne peut opérer, dans les Monocotylédonés, la greffe en écusson, car le bourgeon qu'on voudrait enter ne peut être enlevé avec un morceau d'écorce, celle-ci n'étant pas séparable, et ne peut se souder avec le tissu du sujet greffé, puisqu'il ne peut être mis en contact avec une surface spéciale d'accroissement.

Les fibres des Monocotylédonés sont donc formées par un autre procédé que celles des Dicotylédonés, et c'est ici que se prononce la différence qu'on remarque entre la structure des deux ordres de végétaux.

Dans les Monocotylédonés, les fibres nouvelles sont formées par des branches, ou subdivisions plus ou moins ténues des fibres anciennes; branches qui, en recevant toujours de nouvelles fibrilles, acquièrent un volume plus ou moins considérable et s'épanouissent à leur tour, en donnant, à leur tour aussi, des ramifications reproductrices.

Les ramifications destinées à reconstituer les fibres qui remplaceront celles qui sont épanouies, naissent à la circonférence et au centre, ainsi que dans toute l'épaisseur de la tige. Mais fréquemment, le plus grand nombre est formé en-dehors et en

même temps que les fibres foliaires des zones profondes de la tige, traversent une certaine épaisseur de celle-ci pour former les feuilles; il en résulte que les fibres anciennes sont croisées par les nouvelles. Cet entrecroisement reste souvent très-apparent, parce que peu de fibres se forment en-dehors après l'évolution des feuilles. Dans les Dicotylédonés l'entrecroisement est à peine visible, parce que les fibres nouvelles s'interposent sans cesse entre l'écorce et l'extrémité des fibres qui se sont épanouies les premières, de sorte que cette extrémité n'arrive plus jusqu'à la surface extérieure et n'est plus croisée par les cercles fibreux successifs.

Au point où l'entrecroisement s'opère dans les Monocotylédonés, les fibres sont en nombre considérable, de sorte que là la tige doit présenter, dans un grand nombre de cas, un tissu dense, dur, compact et coloré.

Il résulte du mode de formation des fibres nouvelles que les fibres qui succèdent à chaque verticille, ou couronne, ne sont pas étendues dans toute la longueur des stipes et des racines; qu'elles naissent les unes des autres plus ou moins régulièrement, de nœud en nœud, d'étage en étage; qu'elles forment ainsi des arcades successives. La conséquence de ce fait est que le stipes a à peu près le même nombre de fibres dans toute son étendue et qu'il est ainsi à peu près cylindrique; il arrive même que la partie supérieure a plus de fibres que l'inférieure, parce que chaque nœud reproduit plus de faisceaux qu'il n'en a reçu. Cependant, dans certaines plantes, de nouvelles fibrilles s'ajoutent continuellement dans toute la longueur du stipes; alors il devient plus épais à sa base que vers son sommet; en outre, de nombreuses fibres peuvent se former dans l'intérieur de la tige, qui, normalement, est formée seulement de tissu utriculaire, elles comblent le centre et le rendent solide.

Telle est la théorie de l'accroissement des Monocotylédonés; elle est simple et fondée sur l'observation directe et attentive

des faits. Il ne serait peut-être pas sans utilité de la comparer avec celles qui ont été exposées par les divers botanistes qui se sont occupés de décrire la structure, long-temps obscure, de ces végétaux, afin de montrer en quoi elles diffèrent, et de permetttre d'arriver définitivement à la vérité par un examen général de toutes les assertions.

M. Desfontaine a le premier attiré l'attention des botanistes sur la disposition des faisceaux fibreux des tiges des palmiers; il a fait remarquer la confusion qu'elles affectaient, il a montré que la portion extérieure de la tige, au lieu de ressembler à l'aubier, était la partie la plus dure et la plus compacte, comme si les fibres les plus anciennes étaient au-dehors et les plus modernes au centre, comme si, en un mot, l'accroissement du corps ligneux avait lieu par la partie centrale et non par la circonférence, comme dans les Dicotylédonés.

Sans qu'il se soit nettement expliqué à cet égard, on a admis, depuis lui, que le corps ligneux des Monocotylédonés s'accroissait par la partie centrale, contrairement à celui des Dicotylédonés qui s'accroît par la circonférence, et, pour cette raison, M. Decandolle a appelé les premiers *endogènes*, et les deuxièmes *exogènes*. On a été conduit à cette opinion parce que les fibres centrales étant moins dures, moins colorées, d'un tissu moins compact, paraissant plus poreux parce que leurs vaisseaux sont plus grands, ont paru plus nouvelles, et ont été regardés comme l'aubier.

Quant à l'écorce, on admettait généralement qu'elle existait dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés, et que dans les deux ordres elle avait une structure et un accroissement semblables.

J'ai montré (*Mémoires de la Société royale des sciences* de Lille, 1823, et *Botanographie élémentaire*, 1826) que dans les Monocotylédonés on ne trouve pas un système cortical en-dehors du système central et complètement séparable, que par con-

séquent les Monocotylédonés se distinguent par l'unité de système des Dicotylédonés ligneux qui ont toujours deux systèmes séparés, le cortical et le central. Le fait fondamental de la structure des Monocotylédonés est effectivement l'unité de système : les éléments corticaux ne se séparent pas des éléments ligneux pour constituer un organe spécial et homogène, laissant entre le système central et lui l'interstice d'accroissement ; chaque fibre contient les deux éléments; la zone extérieure de la tige n'est que cellulaire; on peut l'enlever par incision annulaire ; elle ne permet pas d'opérer la greffe par écusson.

Après avoir établi que les éléments corticaux et ligneux restaient unis, je disais, de plus, que le système unique des Monocotylédonés était disposé comme le système cortical des Dicotylédonés, c'est-à-dire qu'il s'accroissait par la surface centrale, et que par conséquent les parties les plus nouvelles étaient au centre et les plus anciennes repoussées en-dehors.

Cela n'est pas complètement vrai : cette disposition remarquable n'existe pleinement que dans les racines, comme nous le verrons bientôt ; dans les tiges, l'accroissement n'est pas purement central. De nouvelles fibres se forment au centre, mais il en est qui prennent naissance dans les autres régions du stipes. Les racines seules ont un accroissement exclusivement central.

Mais si nous avons dit que, quant à la disposition des parties, la tige des Monocotylédonés était analogue à l'écorce des Dicotylédonés, c'est à tort qu'on nous a reproché d'avoir annoncé que ces deux parties étaient anatomiquement composées de la même manière; que la tige des Monocotylédonés était réduite aux éléments organiques du système cortical, et que les vaisseaux du système central des Dicotylédonés n'existaient pas dans les Monocotylédonés. Cette erreur ne peut nous être justement imputée, puisque nous disions (*Botanographie élémentaire*, page 148) : « Les mêmes espèces de vaisseaux se rencontrent

dans les uns et dans les autres (les Monocotylédonés et les Dycotylédonés); mais la disposition des parties constitutives est différente dans les deux classes. »

Plus loin (page 159) nous disions : « ...... Les Monocotylédonés ne sont pas privés d'un ordre particulier de vaisseaux. Les fibres de ces plantes contiennent, en effet, toutes les espèces de vaisseaux qu'on trouve dans le système central des Dicotylédonés : par exemple, on y rencontre des trachées quoiqu'on n'en découvre pas dans l'écorce des Dicotylédonés. » J'avais énoncé le même fait dans mon mémoire spécial sur la structure des Monocotylédonés (page 30, ligne 15 et suivantes).

C'est donc à tort que M. Decandolle (*Organographie*, p. 216) m'a reproché d'avoir considéré la tige des Monocotylédonés comme anatomiquement et physiologiquement semblable à l'écorce, ce qui ne saurait être admis, puisque le *stipes* contient toutes les espèces de vaisseaux qu'on observe dans le système central des Dicotylédonés. Je n'ai annoncé que ce fait, savoir: Que, dans Monocotylédonés, tous les éléments organiques sont réunis dans une même fibre, et ce fait reste le plus essentiel de la structure des Monocotylédonés.

M. Dutrochet a émis l'opinion que l'écorce et le système central existent toujours dans les Monocotylédonés, comme dans les Dicotylédonés; le système central des premiers différerait de celui des seconds parce qu'il n'a point de rayons médullaires, ni de couches extérieures. De plus, il admet que dans les Dicotylédonés toutes les productions nouvelles viennent du centre, parce qu'elles naissent des rayons médullaires, lesquels proviennent, selon lui, de la partie centrale de la tige; il pense par conséquent que le système des Monocotylédonés ressemble par ce caractère essentiel à celui des Dicotylédonés, puisque dans les *stipes*, toutes les productions sortent du centre.

Nous avons vu que les Monocotylédonés n'ont pas deux systèmes séparables; que les rayons médullaires des Dicotylédonés

ne proviennent pas du centre, qu'ils sont un résultat de la croissance externe de leur système central; que d'ailleurs, si les Monocotylédonés engendrent des fibres dans la partie centrale, d'autres fibres sont engendrées, en plus ou moins grand nombre, dans l'épaisseur du stipes et à l'extérieur; que conséquemment les Monocotylédonés ne ressemblent aux Dicotylédonés, ni par la présence des deux systèmes séparés, ni par le mode d'accroissement.

M. Hugo Mohl, dans son bel ouvrage sur les palmiers, a démontré la réalité de la formation de fibres à l'extérieur du corps ligneux des Monocotylédonés. Il pense en conséquence que la structure de ces végétaux, ne diffère nullement de celle des Dicotylédonés. Il remarque seulement que les fibres extérieures se portent au centre, puisqu'elles se recourbent de nouveau en-dehors, pour s'échapper et s'épanouir en feuilles, après avoir croisé les fibres nouvelles qui se sont formées à l'extérieur. Il a, du reste, parfaitement bien décrit la composition des fibres des Monocotylédonés; mais c'est à tort qu'il a considéré la structure des Monocotylédonés comme identique avec celle des Dicotylédonés, puisque les fibres ne se forment pas seulement à l'extérieur, mais qu'elles sont engendrées dans toute l'épaisseur de la tige; que d'ailleurs les éléments organiques ne se séparent pas dans le stipes de manière à former une écorce distincte.

Nous ne poursuivrons pas plus loin cet examen. Ce que nous avons dit suffit pour faire apprécier les diverses théories dont nous venons de parler, et saisir ce qu'il y a de vrai ou de faux dans chacune d'elles. Nous passerons à d'autres faits.

DES FEUILLES ET DES BOURGEONS.

Ce que nous avons dit des faisceaux vasculaires des Monocotylédonés et de leur épanouissement fera facilement comprendre

le mode d'évolution des feuilles : elles sont formées par les fibres caulinaires qui s'échappent de la tige ; ces fibres sont ou superficielles ou plus ou moins profondes; elles sont d'autant plus profondes qu'il s'est formé superficiellement un nombre plus grand de fibres destinées à former les expansions foliaires supérieures. A leur extrémité supérieure, les faisceaux foliaires sont courbés en-dehors pour s'échapper de la tige et croisent ainsi les faisceaux qui s'épanouiront plus tard.

Les fibres des feuilles s'amincissent ordinairement au moment où elles vont s'échapper de la tige, comme on peut le voir pl. XXI, fig. 5, qui nous montre les fibres foliaires *j*, *j*, amincies vers le point *k*, où ellés vont traverser la médulle extérieure : en ce point leurs tissus deviennent en même temps moins colorés.

Les fibres traversent obliquement la zone médullaire externe et l'épiderme, et déterminent dans cette membrane des ouvertures *b*, fig. 8, ovalaires, dont l'extrémité inférieure qui touche la fibre est arrondie, et dont l'extrémité supérieure s'alonge au-dessus de la fibre, en devenant superficielle. Les perforations existent dans presque toute la circonférence, parce que les feuilles sont amplexicaules; mais elles sont infiniment plus nombreuses au point qui correspond à la nervure médiane; en ce point elles s'élèvent aussi plus haut. Supérieurement le cercle des impressions est bien déterminé par la ligne *c* qui correspond à la page supérieure de la feuille.

La direction des points d'épanouissement, comme aussi la direction des fibres *g*, *h*, *i*, fig. 1, qu'on peut suivre jusqu'à ces points, donne le moyen de distinguer la partie supérieure de l'inférieure, dans un tronçon de palmier, qu'on ne saurait, sans cela, mettre en sa position naturelle, car son diamètre est le même aux deux extrémités.

Nous ne nous étendrons pas sur ces faits : ils nous paraissent suffisamment expliqués; nous nous bornerons à dire ici un mot des bourgeons des Monocotylédonés.

On est assez dans l'habitude de supposer que ces plantes sont généralement dépourvues de bourgeons. Il est certain cependant qu'elles en sont pourvues aussi bien que les Dicotylédonés; mais très-fréquemment leurs bourgeons ne se développent pas. Ainsi, dans l'aisselle des feuilles inférieures du chaume de l'*Arundo Donax*, on trouve des bourgeons bien formés qui servent annuellement à reproduire les chaumes; les tiges de la canne à sucre offrent pareillement des bourgeons axillaires; si l'on arrache les feuilles de l'*Iris*, on voit des bourgeons bien développés dans leur aisselle. Au-dessus de l'insertion des feuilles du *Dracæna Draco*, on voit une tache ovalaire, rousse, au centre de laquelle est une fente longitudinale qui laisse voir entre ses bords un rudiment de bourgeon, etc., etc.

Ainsi, dans les Monocotylédonés, on trouve, comme dans les Dicotylédonés, des bourgeons axillaires; mais ils sont fort sujets à avorter.

Les bourgeons des Monocotylédonés ne diffèrent pas de ceux des Dicotylédonés:

Leur médulle est une élongation de celle de la tige, en communication avec la partie centrale, puisqu'à l'époque de leur formation il n'y a point d'interruption entre la médulle externe et celle qui occupe le centre du stipes. Leurs fibres s'unissent aux fibres foliaires, comme si ces dernières, au moment où elles se courbent pour s'échapper de la tige et s'épanouir en feuille, fournissaient de la convexité de leur arc une expansion parenchymateuse dans laquelle se développent ensuite les vaisseaux gemmulaires.

Par exemple, si l'on examine les bourgeons axillaires de l'*Iris germanica*, on voit, pl. XVI, fig. 3, qui représente une portion de la tige et un bourgeon, coupés verticalement, que le bourgeon *e*, qui naît dans l'aisselle de la feuille *d*, a ses fibres, encore transparentes, en communication avec le faisceau

foliaire et avec la zone vasculaire *a*; sa médulle externe communique directement avec la zone externe *b*, *b*, et dans l'intervalle des faisceaux vasculaires sa médulle centrale est en communication avec celle qui occupe le centre de la tige principale.

Dans les chaumes ou les tiges noueuses, les fibres des bourgeons sont en communication avec les plexus qui forment les diaphragmes.

Ainsi, les bourgeons des Monocotylédonés n'offrent pas de particularités qui puissent les distinguer de ceux des Dicotylédonées; seulement, nous l'avons dit, les bourgeons latéraux des Monocotylédonés avortent souvent. Cela peut tenir à ce qu'une partie des tissus qui les constituent, provenant du centre, sont arrêtés dans leur accroissement par la pression qu'ils éprouvent dans la zone d'accroissement, ou mieux encore parce que les fibres des Monocotylédonés ayant un accroissement borné, les bourgeons qui en procèdent doivent s'atrophier habituellement.

DES RACINES.

La structure encore peu étudiée des racines des Monocotylédonés est fort différente de celle des tiges; nous devons donc l'étudier d'une manière spéciale.

Les modifications qu'elles présentent sont, pour la plupart, des conséquences de la structure de la tige, et par conséquent elles nous fourniront des observations infiniment précieuses, car elles serviront à confirmer les faits que nous avons exposés en parlant des tiges: si, en effet, la contexture des fibrilles radicales ne s'explique que par la théorie que nous avons développée, nous trouverons dans cette concordance une raison de plus pour croire que cette théorie est parfaitement vraie.

Deux faits dominants sont à remarquer dans les racines :

1.° Les faisceaux vasculaires qui les composent ne sont pas formés par l'élongation successive des divers faisceaux qui sont créés dans la tige.

2.° Leur accroissement est exclusivement interne, les faisceaux s'accroissant du dehors en-dedans et les nouveaux faisceaux se créant au centre.

Nous allons démontrer successivement la vérité de ces deux principes fondamentaux. Voyons d'abord comment les racines sortent de la tige; nous examinerons ensuite leur accroissement.

Si l'on coupe longitudinalement un rhizome d'*Iris*, par exemple, en faisant passer la section par le milieu d'un tubercule radicellaire, c'est-à dire d'une racine qui commence à se développer, on voit, pl. XVI, fig. 1, que le tubercule *f* a traversé la couche médullaire externe *e*, de manière que celle-ci l'entoure à la base en formant une sorte de gaine semblable à la coléorhize et à la coléoptite qui accompagnent la radicelle et la gemmule des embryons monocotylédonés. Ce tubercule est transparent à l'extrémité, et couvert d'un épiderme mince, distinct de celui du rhizome.

La médulle externe du tubercule est continue avec celle du rhizome; sa médulle interne communique pareillement avec la médulle externe, et sa base *i* repose sur le tissu parenchymateux et transparent *c*, dans lequel se sont formées les fibres longitudinales *b*. La partie centrale *h* du tubercule est transparente c'est dans son intérieur que se développent les vaisseaux; elle se continue avec le tissu parenchymateux *c*.

Si l'on examine le tubercule à une époque plus avancée de son développement, on voit que les cordons vasculaires sont plus considérables; ils sont formés de vaisseaux rayés et ponctués; ils naissent par une sorte d'épatement, c'est-à-dire qu'ils sont composés de vaisseaux formés de pièces courtes, contournées, fasciculées, séparées ou réunies de diverses manières; ils s'accolent aux faisceaux *b* qui forment le cercle vasculaire externe du rhizome ou s'anastomosent avec eux.

Si l'on examine les racines du *Dracœna Draco*, on observera

des dispositions pareilles : le tubercule radicellaire sort de la zone médullaire externe, et les divisions que la racine produira successivement sortiront des branches principales par un procédé analogue. La fig. 5, pl. XIX, nous offre la coupe longitudinale d'une racine qui produit une branche, et nous prouve que les parties sont disposées comme dans la plante que nous avons examinée précédemment. Le rameau présente à sa base un petit repli qui indique que le tubercule qui l'a formé est sorti de la médulle externe; sa médulle externe *D'* est continue avec celle de la branche ; les faisceaux des vaisceaux E sont disposés comme nous l'avons déjà dit ; ceux qui sont formés les premiers se continuent manifestement avec les vaisseaux de la branche principale; ils circonscrivent à leur origine un noyau médullaire qui est continu avec le tissu utriculaire placé entre les cordons parenchymateux de la branche principale et aussi avec les cordons eux-mêmes.

D'après cette disposition, on voit que ce noyau est continu avec la médulle centrale comme avec la médulle externe; les vaisseaux secondaires qui naissent dans le noyau médullaire du rameau peuvent ainsi pénétrer entre les faisceaux, et s'il y a entrecroisement entre les fibres de la branche principale et celles du rameau qu'elle a produit, ce n'est pas qu'il y ait des fibres créées à l'extérieur des faisceaux primitifs, et enfermant ainsi l'extrémité des fibres du rameau; c'est que ces dernières ont pris naissance dans un point plus intérieur que les faisceaux primitifs.

Les fig. 6 et 7 nous offrent une coupe transversale d'une racine, faite pareillement au point où naît un rameau, et nous fait reconnaître les mêmes dispositions.

Si les extrémités des fibres d'une division d'une racine ne sont pas recouvertes par des fibres nouvelles qui s'ajouteraient à la surface extérieure de la racine qui lui a donné naissance, il n'en est pas de même pour les fibres des racines qui naissent

directement du *stipes*. Dans la tige, en effet, des fibres se forment souvent à l'extérieur, le point où sont nées les racines devient alors enfermé dans les zones fibreuses. C'est ce qu'on voit, en effet, dans le *Pandanus*, pl. XVIII, fig. 9; cette planche représente la tige et plusieurs racines fendues dans leur longueur, et l'on voit que l'origine des racines *a, a* est enfoncé dans la tige, et que leurs fibres, qui forment par leur réunion une partie conique, sont entrecroisées avec les fibres du *stipes*.

Dans d'autres végétaux, l'origine des racines reste extérieure. Ainsi dans l'*Arundo Donax*, pl. XVI, fig. 1, la racine B reste extérieure, parce qu'il ne se forme pas de fibres plus extérieures que le point où la racine a été formée.

Ainsi le mode d'origine des racines nous paraît suffisamment constaté : elles naissent d'un tubercule qui est formé par un point de la zone externe qui acquiert une plus grande activité vitale, et ses fibres sont accolées aux vaisseaux extérieurs ou anastomosées avec eux. Le point d'origine devient interne, s'il apparaît à l'extérieur des faisceaux d'une formation postérieure.

Ce mode de formation est une conséquence inévitable du mode d'accroissement des fibres caulinaires; les faisceaux parenchymateux de la tige des Monocotylédonés n'ayant point un accroissement continu comme ceux des Dicotylédonés, et les fibres destinées à former les feuilles qui doivent se développer postérieurement étant formées par la réunion des fibrilles qui sont produites successivement par les faisceaux primitifs, il en résulte que les faisceaux qui engendrent les parties nouvelles ne s'étendent pas jusqu'aux parties inférieures; conséquemment les racines de nouvelle formation ne peuvent se continuer avec les faisceaux des feuilles contemporaines; leur point d'origine n'est en contact qu'avec les fibres anciennes qui n'ont plus d'accroissement apparent. Les premiers vaisseaux des racines sont bien adhérents et comme continus avec ceux du *stipes*, mais les

vaisseaux subséquents ne seront pas en communication avec les vaisseaux qui auront été créés dans la tige.

La conséquence de ce fait, c'est que les racines ne sont jamais pivotantes; elles ne forment pas une sorte de tronc semblant la continuation du tronc aérien, se divisant comme lui, et ayant une surface d'accroissement en communication avec la zone dans laquelle se forment les nouveaux vaisseaux de la tige; le *stipes* est plus ou moins tronqué inferieurement, il est *succis*, et fournit latéralement à des hauteurs de plus en plus grandes des fibres radicales, qui sont comme indépendantes les unes des autres, et indépendantes aussi de ses faisceaux caulinaires.

Ainsi, comme nous l'annoncions, nous trouvons dans le mode de formation des racines une confirmation de la structure des tiges; car si le mode d'évolution des fibres radicales ne s'explique que par ce fait que les fibres nouvelles naissent toutes les unes des autres, à des hauteurs diverses, et qu'elles ne s'étendent pas dans la longueur du *stipes*, il faut bien que ce fait soit vrai.

Nous avons à étudier maintenant la structure et le mode d'accroissement des racines.

Si l'on coupe transversalement une très-jeune racine du *Dracæna Draco*, par exemple, pl. XIX, fig. 1, on voit qu'elle est formée d'une couche épidermique A roussâtre et assez épaisse, d'une médulle extérieure B, d'un cercle de fibres vasculaires, très-petites, se présentant sous la forme de points placés dans un cercle transparent, et d'une partie centrale transparente D.

Si l'on fait la section transversale d'une racine plus âgée, fig. 2, on trouve que vis-à-vis les fibres vasculaires primitives, du côté intérieur, apparaissent des parties transparentes, qui sont maintenant séparées les unes des autres et constituent des faisceaux parenchymateux distincts, parce que le tissu utriculaire placé dans leurs intervalles a pris la forme médullaire, c'est-à-dire que les utricules sont larges, vides, etc.

Plus tard, fig. 4, on remarque que des vaisseaux à parois solides et bien visibles se sont formés dans la partie parenchymateuse des faisceaux extérieurs; parmi ces nouveaux vaisseaux, les extérieurs ont un diamètre plus petit que les intérieurs; les extérieurs se touchent, les intérieurs sont séparés par des intervalles parenchymateux. Les faisceaux primitifs sont inégaux, plus ou moins irréguliers, plus ou moins alongés vers le centre.

Pendant que les faisceaux primitifs se constituaient, de nouveaux faisceaux se sont créés au centre ; ainsi si ont fait une coupe sur une racine plus avancée en âge, ou sur une portion moins proche de l'extrémité, on voit, fig. 3, que la portion centrale contient un faisceau parenchymateux, E, au centre duquel est un vaisseau assez grand.

A une époque encore plus avancée, fig. 4, on voit se développer au centre un grand nombre de faisceaux parenchymateux arrondis, contenant un vaisseau au centre ; quelquefois deux de ces faisceaux se soudent et constituent un faisceau alongé, muni de deux vaisseaux comme E; d'autres fois un faisceau central se soude à l'extrémité d'un faisceau du cercle extérieur comme F.

Ces seules observations suffiraient pour prouver que l'accroissement des racines se fait intérieurement, puisqu'on voit les premiers vaisseaux former le cercle extérieur, puis les faisceaux parenchymateux primitifs se constituer du côté interne; les vaisseaux subséquents se montrer successivement du dehors en-dedans; enfin la médulle centrale, qui était primitivement toute transparente, montrer successivement de plus en plus de faisceaux parenchymateux perforés de vaisseaux ; enfin on ne voit pas de fibres se développer en-dehors du cercle vasculaire qui s'est tout d'abord offert à l'observateur.

Ces faits sont confirmés par l'examen des racines des plantes du même ordre : ainsi le *Yucca aloïfolia*, pl. XVII, fig. 4, présente, dans sa coupe transversale : l'épiderme *a*, la médulle *b*, à utricules

hexagonales, *aréolaires* (non succulentes) dont la partie interne *c* est plus dense, puis un cercle parenchymateux *d*, dont la partie voisine de *c* est transparente; ce cercle contient des séries convergentes de vaisseaux d'une grande ténuité; enfin des faisceaux centraux contenant des vaisseaux assez grands, mais à parois minces.

Dans un âge plus avancé, on ne trouve pas de nouveaux vaisseaux à l'extérieur, mais toute la partie centrale est dure, solide, pleine de vaisseaux apparents. Les faisceaux extérieurs ont des vaisseaux plus apparents aussi, mais comme les cellules parenchymateuses qui les avoisinent sont devenues grandes et vides, elles se confondent avec eux, de sorte qu'on ne distingue plus aussi nettement les séries convergentes de vaisseaux. Le tissu qui se trouve entre les faisceaux vasculaires reste parenchymateux.

L'*Aloe fruticosa* nous présentera une disposition tout-à-fait semblable à celle du *Dracæna*, par exemple. Ainsi, la coupe transversale d'une racine très-jeune, pl. XVI, fig. 1, présente après la médulle externe un cercle de vaisseaux apparents dès l'origine, naissant dans une zone parenchymateuse, et déjà, vis-à-vis les vaisseaux primitifs, sont des parties plus transparentes dans lesquelles vont se développer les séries convergentes de vaisseaux.

Dans une racine plus âgée, fig. 2, la zone parenchymateuse est déjà séparée en faisceaux distincts, et les parties transparentes, qui étaient en-dedans des vaisseaux primitifs, se trouvent pleines de vaisseaux.

Dans un âge plus avancé encore, fig. 3, le cercle extérieur est formé de faisceaux qui se sont encore plus développés en-dedans et qui ont un plus grand nombre de vaisseaux, et déjà au centre on trouve quelques faisceaux isolés, arrondis, contenant un vaisseau dans leur milieu.

Enfin, dans le dernier état d'accroissement, fig. 4, les faisceaux extérieurs contiennent des vaisseaux nombreux,

fermes et solides, dont les extérieurs sont d'un diamètre excessivement petit, les intérieurs devenant de plus en plus grands; ces faisceaux sont séparés par du tissu aréolaire intérieurement et extérieurement, de sorte qu'en-dehors, la partie externe forme un angle saillant, et que lorsqu'on examine une racine dépouillée de médulle externe, on voit, comme dans la fig. 5, que la face extérieure présente des saillies longitudinales non anastomosées.

En même temps que les faisceaux du cercle extérieur de la fig. 4 se sont solidifiés, qu'ils ont formé un plus grand nombre de vaisseaux et se sont alongés vers le centre, la partie centrale s'est complètement remplie de faisceaux arrondis, contenant un grand vaisseau au milieu, tantôt libres, tantôt soudés entre eux, tantôt unis avec l'extrémité interne des faisceaux du cercle extérieur.

La section transversale de la racine du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVII, fig. 1 et 2, nous présentera aussi une couche épidermique *a*, une médulle externe *b*, un cercle régulier de faisceaux parenchymateux, *d*, inégaux, présentant à l'extérieur des vaisseaux très-petits, puis d'autres vaisseaux qui deviennent plus grands à mesure qu'ils s'approchent du centre; le centre est rempli de faisceaux arrondis, isolés ou confluents, contenant des vaisseaux assez grands.

Les faisceaux qui composent le cercle extérieur constituaient primitivement une zone parenchymateuse continue; actuellement ils sont séparés par des lignes foncées. Ces faisceaux sont alternativement plus petits et plus grands; les plus grands sont déjà évidemment vasculaires, que les petits ne présentent encore à l'extérieur qu'une ponctuation noirâtre.

Un fait remarquable qu'il faut observer dans cette racine, c'est que dans la médulle externe on trouve une grande quantité de faisceaux parenchymateux, *c*, *c*, isolés, sans vaisseaux, formés d'utricules alongées, à parois jaunâtres et épaisses; au

centre des utricules est une petite ponctuation. Par la macération, on peut facilement isoler ces faisceaux qui se présentent alors sous la forme de fibres assez fines, qui entourent les faisceaux centraux qui forment un axe solide. Ces fibres extérieures sont-elles formées en même temps que le cercle régulier, ou sont-elles un premier indice d'un accroissement externe ? De nouvelles observations sont nécessaires pour décider ces questions.

D'autres preuves nous démontreront, plus péremptoirement encore que celles que nous avons accumulées, la vérité de la théorie relative à l'accroissement des racines des Monocotylédonés. Si l'accroissement est interne, les fibres ne doivent pas s'entrecroiser; effectivement, on ne rencontre pas d'entrecroisement dans les fibres des racines des Monocotylédonés; et de plus, si les faisceaux vasculaires de ces racines s'accroissent en sens inverse des faisceaux qui composent la tige des Dicotylédonés, les diverses espèces de vaisseaux doivent être rangées en sens contraire; or, c'est précisément ce qu'on peut observer.

Si l'on coupe longitudinalement la racine d'un *Pandanus*, par exemple, pl. XVIII, fig. 9, *a*, *a*, ce qui frappe, au premier coup-d'œil, c'est le parallélisme de toutes les fibres; les faisceaux de la tige s'entrecroisent d'une manière inextricable; loin de leur ressembler, les fibres de la racine sont longitudinales, simples et comme soudées l'une à l'autre dans toute leur longueur.

Le parallélisme des faisceaux vasculaires des racines peut s'observer pareillement dans l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 6; le *Dracæna*, pl. XIX, fig. 5 et 5 *bis*. La coupe verticale de leurs racines montre une disposition toute semblable à celle observée dans le *Pandanus*, etc. Lorsque l'accroissement de ces racines n'est point achevé, comme dans la figure 5 *bis* du *Dracæna*, on voit que le faisceau vasculaire externe, *c*, est composé de plusieurs vaisseaux dans sa partie inférieure, mais

que vers l'extrémité de la racine il n'en a plus qu'un, qui semble se continuer avec le vaisseau qui se trouve interne dans le bas du faisceau; par conséquent, les vaisseaux de la partie qui vient d'être formée sont plus intérieurs que ceux des parties plus anciennes, et par conséquent aussi l'accroissement est interne. On voit que dans ce mode de formation, il ne doit y avoir ni entrecroisement, ni épanouissement des faisceaux fibreux; les premiers vaisseaux s'étendent jusqu'à la partie encore transparente, qui forme alors l'extrémité de la racine, et qui est garnie de bouches absorbantes; quand celle-ci s'alonge, les vaisseaux qui s'étendent dans la partie nouvelle viennent de la partie interne des premiers faisceaux, et ainsi de suite; de sorte que les fibres de chaque élongation peuvent être considérées comme formant des tubes qui s'emboitent les uns dans les autres.

Les fibres nouvelles se forment dans la partie transparente D, qui se trouve du côté interne du faisceau primitif; elles attestent ainsi que l'accroissement se fait vraiment vers le centre. De plus, postérieurement à la formation des faisceaux vasculaires dont nous venons de parler, il se forme dans la partie centrale des faisceaux E, qui iront constituer les parties extrêmes des racines, et dans la médulle F on observe, vers l'extrémité des lignes transparentes *f*, qui sont les parties parenchymateuses dans lesquelles se formeront postérieurement des vaisseaux. On ne peut donc douter que l'accroissement ne soit réellement intérieur.

La section longitudinale de la racine de l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 6, présente les mêmes dispositions que celles que nous venons de décrire, et confirme, par conséquent, la théorie que nous établissons.

Pour lui donner le dernier degré de certitude, nous n'avons plus qu'à montrer quel est l'ordre respectif qu'affectent, dans leur arrangement, les diverses espèces de vaisseaux. Cet

ordre est l'inverse de celui qu'on observe dans les faisceaux qui s'accroissent par le côté extérieur; dans ces derniers les trachées sont les plus internes, après elles viennent les vaisseaux fendus, les vaisseaux poreux d'un petit diamètre, puis ceux d'un grand diamètre, etc.; c'est-à-dire que les vaisseaux les premiers formés sont placés en-dedans des autres. Dans les faisceaux des racines, on observe une disposition contraire. Si l'on fend, par exemple, une racine de l'*Aloe fruticosa*, pl. XVI, fig. 8, en faisant passer la section par la partie moyenne d'un des faisceaux qui forment le cercle extérieur, on voit, en allant de dehors en-dedans, la médulle corticale A formée d'utricules très-minces, irrégulièrement hexagonales, alongées, marquées de ponctuations transparentes, puis une couche, B, d'utricules alongées, tubuleuses, ponctuées; vient ensuite le faisceau vasculaire, C, composé de six à sept vaisseaux; le plus extérieur est une trachée très-petite, les autres sont des vaisseaux rayés, qui ont un volume d'autant plus grand qu'ils sont plus intérieurs. Les vaisseaux externes, d'un très-petit volume, sont ceux qui sont formés les premiers, et sont ceux qui forment les points opaques qu'on remarque déjà dans la section transversale faite sur une racine dans laquelle la plupart des tissus sont encore transparents.

Si l'on examine un faisceau dans la racine, à l'époque de son premier développement, on voit tout aussi bien la disposition que nous venons de voir dans une racine dont le développement est presque achevé; ainsi le faisceau représenté par la figure 7, qui provient de la jeune racine représentée par la figure 6, nous offre une très-petite trachée, placée en-dehors, touchant la médulle corticale. Puis, du côté interne, est un autre vaisseau, marqué de fentes transversales, souvent parallèles et régulières, quelquefois dérangées et confondues; l'extrémité de ce vaisseau paraît en cône, elle est transparente, à fentes peu visibles. Dans la partie inférieure, un second vais-

seau semblable est ajouté au côté intérieur du premier groupe.

Dans le *Dracæna Draco* on rencontrera un arrangement semblable. Ainsi la figure 9 de la planche XIX présente la coupe d'un faisceau externe : *a* est la médulle externe, *b* un des faisceaux primitifs, contenant des vaisseaux, dont le plus externe est une trachée, mais à lame très-serrée, susceptible cependant de se dérouler; *c* est un interstice parenchymateux, séparant le premier groupe vasculaire du second groupe, formé d'un vaisseau rayé, *d*, et d'un vaisseau ponctué, *e*.

Les vaisseaux ponctués sont d'un diamètre encore médiocre; dans les faisceaux arrondis qui se trouvent au centre de la tige et qui ont été formés postérieurement, les vaisseaux sont beaucoup plus gros. La figure 8 nous montre la coupe verticale de l'un de ces faisceaux; A A est le tissu médullaire qui entoure le faisceau parenchymateux, B B le tissu parenchymateux, C le vaisseau d'un grand diamètre, marqué de raies régulières, disposées en plusieurs séries, ou de ponctuations confuses. Parfois, entre les séries de raies transversales, on voit des lignes opaques, D, D, qui pourraient faire croire que le grand tube est formé de plusieurs plus petits, accolés entre eux; mais elles ne sont produites que par des débris de tissu utriculaire; le diamètre du vaisseau est facile à constater par la coupe transversale. La même structure se montrera dans la coupe verticale des faisceaux du *Yucca aloifolia*, pl. XVII, fig. 5, du *Pandanus odoratissimus*, pl. XVII, fig. 3, etc.

Il est inutile que nous nous attachions à accumuler un plus grand nombre de preuves; celles que nous avons réunies sont parfaitement suffisantes pour établir quel est l'arrangement des vaisseaux dans les faisceaux des racines et quel est leur mode de développement. Il est bien avéré que les racines des Monocotylédonés n'ont qu'un accroissement interne; elles s'accroissent comme l'écorce des Dicotylédonés et ressemblent parfaitement à ce dernier organe, non par la nature des parties qui les consti-

tuent, puisqu'elles renferment les deux ordres de vaisseaux, mais seulement par la manière dont s'ajoutent les parties nouvelles aux anciennes.

Il résulte du mode d'accroissement, tel que nous venons de le décrire, que les rameaux qui composent les racines fibreuses des Monocotylédonés n'augmentent guère de volume; ils sont d'égale épaisseur à la base et au sommet, et leur extrémité seule s'accroît, parce que les fibres internes s'alongent plus que celles qui ont constitué le cercle primitif à la base, et que, les dépassant, elles vont constituer les vaisseaux de la partie nouvelle.

Ainsi sont démontrés les deux faits que nous avons posés, savoir: Que les racines ne sont pas l'élongation directe des fibres caulinaires, et que leur accroissement est interne; elles sont véritablement *endogènes.* Si donc la théorie, qui établit que *l'accroissement des Monocotylédonés est exclusivement extérieur*, doit être regardée comme en partie erronée, quant aux tiges, puisque les fibres de celles-ci sont formées autant dans la partie centrale qu'à la périphérie; elle doit être regardée comme entièrement fausse, quant aux racines, puisque généralement les parties nouvelles se produisent exclusivement au centre.

CONSIDÉRATIONS SUR LA NUTRITION.

L'absorption des substances nutritives, la circulation des liquides séveux, les élaborations qu'ils doivent subir, et la nutrition, s'effectuent dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés. Le cours de la sève aura cependant une différence: puisque, dans les Monocotylédonés les éléments constitutifs ne sont pas séparés en deux systèmes, mais qu'ils constituent les mêmes fibres, les sucs nutritifs, doivent nécessairement rencontrer les voies d'ascension et de descension dans les mêmes cordons; ils doivent se comporter exactement comme

ils le font dans les Dicotylédonés, dont la tige est encore formée de faisceaux arrondis et isolés.

Une autre différence existe encore; les fibres des Monocotylédonés ne s'étendant pas dans toute la longueur du végétal, depuis les feuilles jusqu'aux extrémités des racines, il en doit résulter que celles-ci ont, en quelque sorte, un accroissement indépendant : leurs fibres premières sont en communication avec certains vaisseaux de la tige, et peuvent leur conduire les sucs absorbés, mais elles ne seront plus en communication avec les nouvelles fibres naissant des anciennes, conséquemment les fibres nouvelles ne pourront continuer à leur fournir directement les matériaux de leur accroissement. C'est sans doute à cause de cette disposition qu'il sort toujours du *stipes* de nouvelles racines qui sont en communication avec les fibres nouvelles, et elles sortent toujours de plus en plus haut, parce que généralement les fibres nouvelles naissent de celles qui les ont précédées à une certaine hauteur. Ainsi, dans le *Pandanus*, pl. XVIII, fig. 9, on voit les racines sortir de points très élevés et descendre vers la terre.

Nous nous arrêterons ici. Nous ne donnerons pas plus d'extension à ce travail, qui n'avait pour but que d'essayer de jeter quelque jour sur les faits dominants de l'anatomie et de la physiologie des végétaux. Nous résumerons seulement en quelques mots les vérités principales que nous avons cherché à étayer d'observations directes.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DES VÉGÉTAUX.

Les végétaux sont composés de *principes élémentaires* empruntés au règne inorganique.

Ces éléments se combinent sous l'influence des forces vitales et forment les *principes immédiats*.

Ces principes qui, pour la plupart, ne diffèrent les uns des autres que par les proportions des corps qui les composent, constituent, par leur réunion, les éléments organiques.

Les premiers éléments des organes sont les *globules* qu'on rencontre dans les sucs élaborés, et qui semblent jouir d'une vie propre.

Les globules plus développés constituent la *globuline*, la *chlorophylle*, la *fécule*, etc.

Par leur cohésion, ils forment des *lamelles*, dont l'ensemble constitue le tissu *lamellaire*, base de toutes les parties du végétal.

Le tissu lamellaire se présente sous deux formes :

Le tissu *utriculaire ;*

Le tissu *vasculaire.*

Le tissu *utriculaire* est formé d'utricules ou petits sacs agglutinés les uns aux autres.

Les utricules varient par leurs formes, leur consistance, etc.

Elles sont hexagonales, arrondies ou alongées, tronquées ou fusiformes, rameuses, etc.

Elles sont à parois simples, ou garnies à l'intérieur de lames libres et roulées en spirale (utricules spiralées), ou soudées, et formant des fentes (utricules scalariformes), ou formant des pores larges ou étroits, régulièrement ou confusément distribués (utricules poreuses.)

Elles sont dans leur jeunesse excessivement minces et trans-

parentes, elles deviennent sèches ou *aréolaires* (médulleuses), *succulentes*, *parenchymateuses*.

Les utricules sont *vides* ou pleines de *globuline*, ou de *fusidies*, ou de quelques autres corps de forme particulière. Elles sont incolores, ou colorées en vert ou en jaune, etc., par la *chlorophylle* ou les sucs du végétal.

Le tissu *vasculaire* se compose de deux ordres de vaisseaux :

Les vaisseaux *propres* ou vaisseaux du *latex*, ou vaisseaux *corticaux*.

Les vaisseaux *trachéens*, ou *ligneux*, ou *centraux*.

Les premiers sont simples ou rameux, et anastomosés. Leurs parois sont simples, transparentes. Ils contiennent des sucs plus ou moins colorés.

Les deuxièmes ne contiennent pas de liquides colorés. Ils ont intérieurement des lames appliquées contre leurs parois. Ces lames sont libres, spiralées, déroulables dans les *trachées* ;

Soudées d'espace en espace dans les *fausses trachées* ou vaisseaux *fendus* ;

Soudées de mille manières dans les vaisseaux *poreux*.

Elles présentent ces diverses modifications dans les vaisseaux *mixtes*.

Les vaisseaux trachéens sont parfois formés de pièces placées bout à bout ; on les nomme alors *articulés*.

Tous ces vaisseaux ne sont qu'une modification d'un même type ; on voit toutes les nuances entre les divers modes d'organisation ; mais les diverses variétés de vaisseaux ne se transforment pas les unes dans les autres.

Le tissu vasculaire lui-même n'est qu'une modification du tissu utriculaire.

Les vaisseaux propres sont analogues aux utricules à parois simples.

Les vaisseaux trachéens sont analogues aux utricules spiralées, scalariformes ou poreuses.

Les vaisseaux *articulés* forment le passage naturel entre les deux tissus.

Certains végétaux sont uniquement composés de tissu *utriculaire* ou cellulaire ; on les nomme végétaux *cellulaires*.

On nomme *vasculaires* les végétaux formés à-la-fois de tissu utriculaire et de vaisseaux.

Les végétaux vasculaires sont divisés en deux grandes classes, les Dicotylédonés et les Monocotylédonés, dont la structure est différente.

DICOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

A. *Disposition des parties.*

Les tiges des Dicotylédonés, au moment de leur formation, sont formées de tissu utriculaire transparent, succulent, incomplètement organisé.

Elles présentent bientôt des points plus succulents, plus colorés, qui constituent des cordons ou *faisceaux parenchymateux.*

Le tissu qui environne ces cordons devient ordinairement *médullaire* ou aréolaire.

Les faisceaux parenchymateux forment un cercle dans la tige.

Ils sont souvent alternativement plus volumineux ; parfois alternativement plus internes.

Ils contiennent des vaisseaux des deux ordres.

Les vaisseaux propres sont placés vers la périphérie des faisceaux, mais surtout dans la portion externe de la circonférence.

Les vaisseaux trachéens sont placés dans la portion interne des faisceaux.

Ils sont placés dans l'ordre suivant, en allant du côté interne au côté externe :

1.° Trachées d'un petit diamètre, à lames peu nombreuses, écartées.

2.° Trachées à diamètre plus grand, à lames plus nombreuses, ayant leurs bords en contact.

3.° Trachées plus grosses encore, à lames soudées, laissant entre elles des fentes.

4.° Trachées d'un plus grand volume, à lames ne laissant entre elles que des pores réguliers.

5.° Trachées à ponctuations petites et confuses, etc.

La portion du tissu parenchymateux qui se trouve placée entre le groupe des vaisseaux trachéens et celui des vaisseaux propres, reste transparente.

Les autres utricules se solidifient.

Les utricules centrales sont presque oblitérées, et n'ont plus qu'une ponctuation centrale.

La cavité va en augmentant dans les utricules extérieures, de sorte que le tissu parenchymateux se nuance avec le tissu médullaire.

La couleur des faisceaux parenchymateux s'affaiblit sur les bords, de manière qu'elle se nuance aussi avec celle des tissus environnants.

Les faisceaux parenchymateux, se trouvant au milieu du tissu médullaire de la tige, le partagent en trois parties :

La *médulle centrale*, ou la partie occupant le centre de la tige.

Les *rayons médullaires*, ou la partie placée entre les faisceaux.

La *médulle corticale*, ou la partie placée plus en-dehors que les faisceaux.

Dans la médulle centrale, on voit parfois des parties parenchymateuses qui se sont séparées de la partie interne des faisceaux primitifs.

Dans la médulle corticale, on voit parfois aussi des portions parenchymateuses séparées des faisceaux primitifs, et formant ou des faisceaux épars, ou des cercles irréguliers, ou des cercles réguliers, et parfois continus.

Dans les rayons médullaires, on voit une zone transparente qui disparaît dans les tiges annuelles, dont l'accroissement est borné, mais qui persiste dans les autres, et qu'on voit toujours dans le principe.

Cette zone divise le rayon médullaire en deux parties, l'une externe, l'autre interne.

Elle correspond à l'interstice transparent qui, dans les faisceaux, se trouve entre les vaisseaux trachéens et les vaisseaux propres.

Conséquemment les parties transparentes forment une zone complète qui divise la tige en deux portions, une *centrale* ou ligneuse, une extérieure ou *corticale*.

Conséquemment la totalité des faisceaux parenchymateux n'appartient pas au système central; la portion placée en-dehors de l'interstice transparent fait partie de l'écorce; et il en est de même des rayons médullaires, dont la portion externe fait partie du système cortical, formant ce qu'on nomme les *prolongements médullaires de l'écorce.*

B. *Accroissement. — Première période d'accroissement.*

Nous avons dit que les groupes vasculaires sont formés dans les faisceaux parenchymateux :

Les premiers vaisseaux propres vers la périphérie, mais particulièrement dans la portion externe des faisceaux;

Les premiers vaisseaux trachéens dans la portion centrale des faisceaux.

Entre ces deux groupes est l'interstice transparent qui est formé par un tissu encore incomplet, qui n'est que du *cambium* exhalé, dont l'organisation n'est pas encore achevée.

Cette zone gélatineuse s'organise bientôt, et forme du tissu parenchymateux, dont les caractères deviennent de plus en plus apparents, et dans lequel on observe de nouveaux groupes de vaisseaux trachéens qui sont placés vers la face externe

des vaisseaux de même nature primitivement formés, et de nouveaux groupes de vaisseaux propres, placés vers la face interne des groupes des vaisseaux propres qui les ont précédés.

Entre ces groupes de vaisseaux propres et de vaisseaux trachéens, il y a encore un interstice gélatiniforme qui s'est reformé, et qui sépare les deux ordres de vaisseaux.

Un accroissement analogue a eu lieu dans les rayons médullaires, c'est-à-dire que les portions internes et externes de l'intervalle transparent ont pris les caractères du tissu médullaire, et qu'un nouveau tissu transparent s'est formé entre ces portions, rejetant ainsi la portion externe en-dehors, et enfermant la portion interne dans la partie centrale de la tige.

Cet accroissement interstitiel explique comment se sont formées les parties parenchymateuses qui se trouvent en-dedans des faisceaux parenchymateux et dans la médulle corticale.

Les parties qui se trouvent en-dedans des faisceaux parenchymateux se sont ainsi formées : les premiers vaisseaux trachéens n'ont pas été créés dans la partie la plus interne des faisceaux, une portion parenchymateuse est restée d'abord sans vaisseaux ; une trace parenchymateuse, touchant les premiers vaisseaux, est devenue aréolaire ou médullaire ; la partie interne du faisceau s'est trouvée alors isolée dans le centre.

Les portions parenchymateuses de l'écorce ont ainsi été formées : elles étaient primitivement placées contre l'interstice d'accroissement, mais par la création successive de parties nouvelles dans la zone gélatineuse, elles ont été repoussées en-dehors, et ont constitué la partie extérieure du système cortical, où elles forment, soit des faisceaux isolés, soit des cercles irréguliers ou réguliers, soit des couches continues. Elles sont séparées des parties subséquentes, parce que des cercles utriculaires ont pris les caractères du tissu médullaire.

Il y a des végétaux dont l'accroissement, essentiellement borné, se réduit à ces premières créations.

Leurs faisceaux vasculaires restent arrondis.

L'interstice gélatiniforme de ces faisceaux se solidifie de plus en plus, sans être remplacé par un nouvel interstice de tissu transparent.

L'interstice des rayons médullaires disparait aussi par solidification.

La zone interstitielle d'accroissement n'est plus alors visible, et le système central ne peut être séparé du système cortical.

Ces dispositions se remarquent dans un certain nombre de tiges annuelles.

Deuxième période d'accroissement.

Dans un grand nombre de végétaux, l'accroissement ne se borne pas à la solidification des faisceaux parenchymateux arrondis.

Au fur et à mesure que les parties transparentes s'organisent et contiennent de nouveaux vaisseaux, une autre partie transparente se forme entre les parties ligneuses et les parties corticales.

De nouveaux groupes vasculaires se verront bientôt dans la zone qui vient d'être formée, et une zone transparente apparaitra encore entre les vaisseaux trachéens qui sont formés contre les vaisseaux trachéens anciens et les vaisseaux propres placés contre les vaisseaux de même nature qui les ont précédés.

Le tissu parenchymateux dans lequel doivent se créer les groupes vasculaires récents se reformant toujours entre les groupes ligneux et les groupes corticaux, le système central se trouvera toujours séparé du système cortical; les vaisseaux trachéens seront toujours de plus en plus enfermés au centre et recouverts par les vaisseaux nouveaux; les vaisseaux corticaux seront toujours rejetés en-dehors.

Ainsi les faisceaux parenchymateux s'alongent par la partie

extérieure de leur portion centrale, par la partie intérieure de leur portion corticale.

Ces parties croissantes des faisceaux parenchymateux se sont en même temps élargies, puisqu'elles occupent des circonférences de plus en plus grandes.

La portion centrale de chaque faisceau devient à-peu-près triangulaire, et tend à toucher la partie correspondante des faisceaux voisins.

Il en résulte que les groupes vasculaires tendent à former un cercle régulier tout autour de la tige.

Les groupes vasculaires devenant plus nombreux, puisqu'une circonférence de plus en plus grande est appelée à les former, il y a entre eux de nouveaux intervalles utriculaires.

Ces intervalles sont rectilignes, parce que les groupes vasculaires naissent toujours vis-à-vis les uns des autres.

Conséquemment les lignes médullaires rayonnent vers la circonférence et constituent ainsi de nouveaux rayons médullaires qui ne vont pas jusqu'au centre.

Les nouveaux groupes vasculaires ne sont pas appliqués immédiatement contre les anciens; il y a une partie utriculaire qui les sépare.

Les intervalles utriculaires placés entre les groupes vasculaires qui forment une série rayonnante, correspondent aux intervalles utriculaires des séries voisines; ils sont ainsi disposés circulairement autour de la tige, et forment conséquemment des *circonférences médullaires.*

Les circonférences médullaires ne sont pas aussi régulières que le sont les rayons médullaires, parce que les intervalles utriculaires d'une série ne correspondent pas toujours exactement aux intervalles des séries voisines, et qu'ils en sont séparés par les rayons médullaires qui n'ont pas constamment la même conformation que les intervalles médullaires.

Les rayons médullaires primitifs ont un accroissement

insterstitiel, comme les faisceaux parenchymateux, et se sont alongés comme eux, dans leur partie centrale et leur partie corticale.

Lorsqu'à la fin de l'année l'accroissement s'arrête, les faisceaux parenchymateux se touchent, ils constituent une *couche ligneuse*. Dans cette couche, les groupes vasculaires du système central, ou *fibres ligneuses*, forment, comme il vient d'être dit, des cercles réguliers; ils sont séparés par des lignes rayonnantes, dont les unes viennent du centre; ce sont les rayons médullaires primitifs, et dont les autres commencent dans les faisceaux mêmes, ce sont les rayons médullaires secondaires; ces fibres sont encore séparées par des intervalles médullaires concentriques, ce sont les circonférences médullaires.

La portion corticale s'est accrue de la même manière. Mais ses rayons ou *prolongements* médullaires, et ses circonférences médullaires sont moins visibles, parce que souvent les vaisseaux propres ne peuvent se distinguer du tissu utriculaire, de sorte que toutes les parties semblent se confondre. Du reste, les prolongements médullaires situés entre les fibres de l'écorce sont placés bout à bout avec les rayons médullaires, dont ils semblent former le prolongement.

Ainsi est achevée la deuxième période d'accroissement. Après cette phase annuelle, qui a constitué la première couche, le système cortical et le central sont encore séparés par une ligne interstitielle transparente, mais à la fin de l'année celle-ci est peu épaisse et peu distincte.

Troisième période d'accroissement.

Lorsque, par le retour du printemps, l'accroissement recommence, le *cambium* s'exhale en abondance dans la zone interstitielle d'accroissement; la couche transparente, placée entre le bois et l'écorce, se développe et s'organise.

De nouvelles fibres vasculaires s'engendrent dans la portion

qui appartient au système central; elles sont séparées par des circonférences médullaires et par des rayons médullaires qui sont la continuation des rayons précédents, ou qui commencent dans la couche nouvelle, devenue plus grande que celle qu'elle recouvre; au premier cercle de fibres en succèdent d'autres, qui, s'ajoutant les uns aux autres, forment une couche semblable à la couche de la première année et composée de vaisseaux trachéens disposés dans le même ordre.

Ainsi, l'accroissement du système central se fait par couches annuelles et concentriques.

On distingue les couches les unes des autres, à cause de l'arrangement des parties qui les composent: les premiers vaisseaux sont très-petits et très-serrés; ceux qui les suivent deviennent de plus en plus rares, de sorte qu'à la fin de la période de végétation annuelle la couche n'en contient plus. Il résulte de là que le commencement de la couche suivante, qui sera presque exclusivement composé de vaisseaux, sera en contact avec la partie de la couche précédente, qui est presqu'entièrement utriculaire. Les couches doivent conséquemment rester distinctes.

L'accroissement de l'écorce se fait exactement comme celui du système central; de nouveaux cercles vasculaires s'ajoutent aux anciens et constituent une couche à la fin de l'année. Mais comme ordinairement les cercles de la première couche n'ont pas été distincts les uns des autres, les cercles de la seconde couche ne le seront pas davantage, et les couches elles-mêmes ne se distingueront pas les unes des autres. Quelquefois cependant les couches corticales sont assez visibles.

Tel est l'accroissement de la deuxième année.

Quatrième période d'accroissement.

Une nouvelle couche semblable à celles que nous venons de décrire se formera chaque année ; mais à une certaine époque

la couche la plus interne prendra plus de densité, plus de dureté, une couleur plus intense; elle se distinguera des couches extérieures et sera parvenue au dernier terme d'accroissement; elle recevra le nom de *bois*, tandis qu'on donnera le nom d'*aubier* aux couches extérieures. Chaque année, à mesure qu'une nouvelle couche d'*aubier* se transformera à l'extérieur du système central, la plus interne des couches d'aubier se transformera en bois.

Des changements analogues se passeront dans l'écorce : les parties extérieures se solidifieront et constitueront ce qu'on nomme les *couches corticales* proprement dites, qui se distingueront par leur consistance plus ferme des couches internes qu'on nomme le *liber*, et chaque année, en même temps qu'une couche de liber est engendrée, la plus externe des couches du liber devient une couche corticale parfaite.

Le végétal est parvenu alors à l'état adulte, et il se compose de deux systèmes : le système central, formé de l'épiderme, de la médulle corticale, des prolongements médullaires, des couches corticales et du liber; le système central, formé de la médulle centrale, des rayons médullaires, du bois et de l'aubier; les deux systèmes sont formés de parties analogues, mais disposées en sens inverse; ils sont séparés par la zone interstitielle d'accroissement.

DES RACINES.

Les racines ont la même structure que les tiges. On a dit que ces parties différaient, qu'au nœud vital il y avait une sorte d'interruption et un changement de nature dans les organes; que la racine se distinguait par l'absence du canal médullaire et des rayons médullaires; que les couches vasculaires n'étaient pas aussi régulières; que les vaisseaux des racines n'étaient pas les mêmes que ceux des tiges; que les trachées ne pénétraient pas dans le caudex descendant. Ce sont là des erreurs.

En effet, bien que le canal médullaire ne paraisse pas dans le plus grand nombre des racines, on voit cependant qu'il se continue plus ou moins loin dans cet organe et qu'il diminue insensiblement. Certaines plantes ont un canal médullaire qui se continue sans changement dans la racine et dans ses divisions. Si le plus grand nombre a un canal médullaire qui devient moins visible dans les racines, c'est parce que les faisceaux vasculaires sont plus flexueux et plus irrégulièrement unis entre eux.

Les rayons médullaires existent aussi dans les racines; si parfois ils ne sont pas bien visibles, c'est aussi à cause de la flexuosité et des anastomoses des fibres.

Les couches vasculaires des racines sont aussi bien formées que celles des tiges; elles ne présentent que quelques différences insignifiantes; ainsi les racines charnues ont quelquefois des circonférences médullaires très-développées.

Les vaisseaux caulinaires se continuent dans la racine sans aucune interruption. Les trachées pénètrent dans un grand nombre de racines; on doit dire cependant que souvent elles y sont rares et qu'elles n'arrivent pas dans les divisions du tronc radiculaire; quelquefois on ne peut les observer dans aucune partie de la racine, comme si le premier cercle des vaisseaux ne s'était pas étendu jusqu'au *caudex* descendant.

On observe aussi que le nombre des faisceaux vasculaires diminue dans les racines. On est disposé à croire que les parties nouvelles leur arrivent d'en haut, et que généralement elles n'ont point la propriété de créer des parties nouvelles, que les éléments de celles-ci proviennent de la tige, ce qui fait que lorsqu'on coupe la plante au-dessous du collet, la racine meurt. On peut donc penser que la racine est l'expansion inférieure des fibres caulinaires, comme les feuilles en sont l'expansion supérieure.

Du reste, le système cortical et le système central sont séparés dans la racine par une zone transparente, comme dans la

tige, et l'accroissement du corps ligneux et de l'écorce s'opère dans les deux organes de la même manière.

DES FEUILLES.

Les feuilles sont la terminaison des fibres caulinaires qui s'échappent de la tige et s'épanouissent en se divisant.

La disposition des fibres caulinaires détermine la disposition des feuilles. Il faut donc étudier l'arrangement des fibres caulinaires et leur mode d'épanouissement.

Nous étudierons successivement l'arrangement des fibres des feuilles opposées, des feuilles verticillées, des feuilles alternes.

A. *Feuilles opposées.*

Les faisceaux de deux feuilles opposées forment un cercle complet autour du centre de la tige. Leur nombre n'est pas le même dans toutes les plantes : le nombre des faisceaux caulinaires est pair ; chaque feuille en a la moitié, et la moitié constitue un nombre impair.

Il y aura donc un faisceau médian ; il correspondra à la nervure médiane de la feuille et se trouvera exactement à l'opposite de la nervure médiane de la feuille du même nœud.

Les faisceaux latéraux sont dans les deux feuilles en nombre égal; parfois les faisceaux latéraux externes s'anastomosent avec les faisceaux correspondants de la feuille opposée, et de l'arcade anastomotique partent des fibres; de sorte que, au moyen de ces fibres secondaires, les feuilles reçoivent plus de fibres qu'il n'y a de faisceaux dans le cercle caulinaire. Ex. *Centranthus*, etc.

Parfois, les fibres secondaires semblent venir des faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur, Ex. *Sambucus*.

Les fibres du verticille immédiatement supérieur sont placées entre les fibres du premier verticille, de manière que le nombre des faisceaux caulinaires est double de celui exigé pour la formation de chaque verticille.

Les fibres du deuxième verticille sont disposées de manière que les faisceaux médians se trouvent de chaque côté entre les fibres qui appartiennent à une feuille et celles qui appartiennent à l'autre feuille. Les fibres latérales sont placées entre les fibres latérales du premier verticille. Conséquemment les feuilles opposées sont exactement en croix.

Les fibres destinées à former les feuilles du troisième, du quatrième verticille, etc., forment souvent un faisceau entre celles des deux premiers verticilles; de manière qu'alors le nombre des faisceaux du cercle caulinaire est quadruple de celui exigé pour former un verticille. Elles forment les verticilles supérieurs en reformant les fibres épanouies; elles opèrent cette reformation par le procédé suivant: les fibres intercalaires envoient un cordon au-dessus de chaque fibre qui s'est échappée de la tige au premier verticille; ce cordon s'anastomose en arcade avec un cordon semblable du faisceau placé de l'autre côté de la fibre épanouie, et forme une fibre nouvelle qui va concourir à former le troisième verticille.

Au-dessus du deuxième verticille, les fibres intercalaires remplacent par le même procédé les fibres qui ont constitué ce verticille, et donnent ainsi naissance à de nouvelles fibres, qui, après avoir pris la place de celles qui sont épanouies, s'en vont former le quatrième verticille, et ainsi de suite. Il résulte de là que les fibres du premier, du troisième, du cinquième, du septième verticille se correspondront, que celles du deuxième, du quatrième, du sixième, du huitième se correspondront de leur côté.

Il résulte encore du mode de formation que nous venons d'indiquer que les faisceaux foliaires sont composés de deux fibres accolées : tous sont dans ce cas, car les faisceaux des feuilles cotylédonaires elles-mêmes sont formés de deux cordons géminés.

Les faisceaux réparateurs ne forment pas toujours des fais-

ceaux isolés entre les faisceaux du premier et du deuxième verticille.

Quelquefois les fibres de tous les verticilles sont séparées, de manière qu'elles forment des faisceaux fort nombreux; alors toutes les fibres se touchent bientôt et forment une couche continue. Ex. *Phyllis*, etc.

D'autres fois les cordons réparateurs s'accolent aux fibres mêmes qu'ils doivent réparer : aux points d'épanouissement ils s'écartent de chaque côté et se réunissent au-dessus de la fibre épanouie. Dans ce cas, le nombre des faisceaux caulinaires est seulement double du nombre nécessaire pour former un verticille et les faisceaux réparateurs ne formant pas des cordons distincts des faisceaux immédiatement foliaires, ceux-ci représentent des cordons continus et sans liaison, dont les uns forment le premier, troisième, cinquième verticille, etc., et les autres le deuxième, quatrième, sixième verticille. Ex. *Apocynum*.

Enfin les faisceaux réparateurs s'accolent quelquefois aux fibres qu'ils doivent remplacer; puis, au point d'épanouissement, ils fournissent un cordon d'anastomose qui, avec le cordon correspondant, forme une arcade d'où sortira la nouvelle fibre, et après avoir donné le cordon anastomotique, la masse du faisceau réparateur va s'accoler au faisceau foliaire qui appartient au verticille immédiatement supérieur; dans ce cas, le nombre des faisceaux caulinaires reste double des faisceaux nécessaires à un verticille, mais les faisceaux ne forment pas des séries sans liaisons, et les cordons réparateurs passent sans cesse des fibres des verticilles pairs à celles des verticilles impairs. Ex. *Clematis*.

Les fibres de l'écorce sont distribuées comme celles du système central.

B. *Feuilles verticillées.*

Les feuilles verticillées ont exactement la même symétrie que les feuilles opposées, les parties sont seulement plus nombreuses; mais les faisceaux du premier verticille sont régulièrement séparés par ceux du deuxième, et tous par les faisceaux réparateurs, qui remplacent les fibres épanouies comme dans les cas précédemment décrits.

Il résulte de là, que les feuilles du premier, du troisième, du cinquième verticille, etc., se correspondent; que celles du deuxième, quatrième, sixième, etc., se correspondent de leur côté, comme dans les feuilles opposées, et sont placés dans les intervalles des feuilles des verticilles supérieurs et inférieurs.

L'analogie entre les feuilles opposées et verticillées est si grande, qu'il y a des plantes dont certaines tiges ont les feuilles en opposition simple, et d'autres tiges en verticille; il y a des tiges à feuilles verticillées dont les rameaux ont les feuilles opposées.

Il y a des plantes dont les feuilles, véritablement opposées, paraissent verticillées par le développement de stipules qui prennent l'apparence de feuilles.

Il peut y avoir de chaque côté, entre les deux feuilles, une, deux ou trois stipules foliiformes, de sorte que des feuilles opposées peuvent paraître quaternées, senées, octonées.

Les feuilles véritablement verticillées peuvent avoir aussi des stipules foliiformes placées entre les feuilles, de manière qu'une feuille ternée, munie d'une stipule foliiforme placée dans chacun des intervalles des feuilles, paraît *senée*, et qu'alors on peut confondre cette feuille ternée avec une feuille dont le verticille est formé de six pièces, et avec des feuilles opposées, munies de deux stipules dans chacun des intervalles des feuilles.

On distingue les stipules foliiformes des véritables feuilles, parce qu'elles n'ont pas de bourgeons dans l'aisselle, et parce

qu'elles ne reçoivent pas de fibres directes de la tige. Elles ne reçoivent des fibres que des faisceaux des feuilles gemmifères, qui s'anastomosent en arcade.

L'analogie, d'ailleurs, prouve que ces feuilles interposées entre les feuilles gemmifères sont de véritables stipules, puisqu'il y a des genres voisins de ceux qui ont des stipules foliiformes, qui ont des stipules rudimentaires, solitaires ou géminées, à une, deux ou un plus grand nombre de pointes, imitant ainsi les stipules foliiformes, qui sont en nombre variable dans l'intervalle des feuilles.

C. *Feuilles alternes.*

Les fibres des feuilles alternes, c'est-à-dire celles qui naissent seules à seules, à chaque étage, ne peuvent avoir le même arrangement symétrique que celles des feuilles opposées, naissant deux à deux à chaque nœud, et croisant à angle droit les feuilles du nœud supérieur et de l'inférieur. Les tiges qui ont des feuilles alternes n'ont plus deux faisceaux médians placés à l'opposite, accompagnés de faisceaux latéraux en nombre égal de chaque côté, et constituant ainsi deux groupes séparés par les faisceaux médians du verticille supérieur, tandis que les faisceaux latéraux alternent avec les faisceaux latéraux de ce verticille supérieur.

La symétrie est changée dans les tiges à feuilles alternes, parce que, par soudure ou avortement, un faisceau est disparu.

Le cercle des faisceaux qui vont immédiatement former les feuilles, est donc formé d'un nombre impair.

Conséquemment :

La deuxième feuille ne trouvera pas le nombre des faisceaux que sa nature exige ;

Elle devra en prendre un de ceux qui ont remplacé une des fibres de la première feuille épanouie ;

La deuxième feuille se développera donc , en partie, audessus du point où la première est sortie de la tige ;

Elle empiétera sur cette première feuille, dont une des séries de fibres lui devient propre ;

Le même empiétement se répétera à chaque nœud, et par suite, les feuilles formeront une spirale.

La nervure médiane de la feuille qui naturellement devait être opposée à celle qui l'a précédée, sera le plus à l'opposite possible.

La spirale fera donc plusieurs fois le tour de la tige avant d'être terminée, c'est-à-dire avant que le faisceau médian d'une feuille réponde au faisceau médian de la première.

Le nombre des feuilles constituant la spirale sera ainsi déterminé par le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire, et chacun d'eux sera successivement destiné à former la nervure médiane d'une feuille.

Le nombre des faisceaux réparateurs sera en concordance avec celui des faisceaux foliaires, car ils ne sont destinés qu'à reconstituer ceux-ci, ou ne sont formés que par les fibres des étages supérieurs, qui s'écartent au point d'épanouissement des fibres; ils seront donc aussi en nombre impair.

Enfin, les faisceaux d'un second verticille ne seront pas libres et intercalés entre ceux du premier, car en prenant les faisceaux d'une feuille voisine, chaque feuille prend précisément à chaque nœud ceux qui devaient former ces feuilles supérieures. Le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire de la tige ne sera donc pas quadruple de celui des feuilles d'une spirale. Il sera seulement double quand les faisceaux réparateurs seront distincts; il sera simple quand ces derniers seront accolés aux faisceaux immédiatement foliaires, comme ils le sont dans certaines feuilles opposées.

Ainsi, un seul changement dans le nombre des faisceaux vasculaires amène toutes les différences qu'on voit entre les feuilles alternes et les feuilles opposées, et modifie toute la symétrie des fibres de la tige.

Ce changement devait être effectivement très-simple, car les feuilles cotylédonaires des Dicotylédonés étaient opposées, conséquemment la symétrie des faisceaux vasculaires était primitivement celle des feuilles opposées, et cependant grand nombre de ces plantes prend bientôt la symétrie des feuilles alternes. On observe de plus, que plusieurs Dicotylédonés qui ont pris des feuilles alternes reprennent encore des feuilles opposées dans la partie supérieure; ce changement s'opère par un retour à la symétrie primitive.

Le changement ordinaire, c'est la diminution du nombre des faisceaux vasculaires. Le même résultat serait obtenu par l'augmentation de leur nombre.

Il arrive que les feuilles sont alternes, sans dérangement dans la distribution des fibres, et seulement parce que l'une des expansions foliacées se développe un peu plus haut que l'autre; mais alors on ne remarque pas l'empiétement et la *spiralation* des feuilles; celles-ci restent disposées comme lorsqu'elles sont opposées, avec cette différence qu'elle ne naissent pas deux à deux à la même hauteur.

La disposition régulière des feuilles alternes éprouve quelques anomalies.

Les fibres qui constituent les feuilles supérieures, et dont l'ensemble forme les faisceaux réparateurs, peuvent se diviser plus tôt et augmenter ainsi le nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire, lequel alors contient, d'une manière distincte, les fibres de plusieurs spirales successives.

Les fibres qui s'unissent en arcade au-dessus du point d'épanouissement des fibres foliaires, peuvent s'accoler tardivement et, restant isolées, contribuer aussi à augmenter le nombre des faisceaux du cercle vasculaire.

Les faisceaux caulinaires, au contraire, peuvent se souder, de sorte que leur nombre aille en diminuant dans les parties supérieures de la tige.

Toutes les feuilles peuvent n'avoir pas le même nombre de faisceaux, elles peuvent ne pas empiéter d'un même nombre de faisceaux sur les feuilles inférieures; ainsi elles peuvent s'avancer au-dessus l'une de l'autre de un, deux, trois faisceaux, etc.; d'autres fois, au contraire, elles peuvent laisser entre elles un plus ou moins grand nombre de faisceaux libres, de sorte que les spirales ne sont pas régulières : les feuilles alors sont *éparses*.

La spirale peut tourner de droite à gauche dans une tige, et de gauche à droite dans une autre tige de la même plante, selon que les feuilles auront empiété dans un sens ou dans un autre.

Lors même que la distribution des feuilles alternes est la plus régulière, les fibres des feuilles correspondantes ne se placent pas immédiatement sur les fibres qui les ont précédées; elles se forment un peu latéralement, de sorte que les séries des feuilles correspondantes ne sont pas rectilignes, mais spiralées

Il y autant de séries spiralées qu'il y a de feuilles dans la spirale générale.

Enfin, les fibres, au lieu d'être rectilignes, décrivent une courbe dans la tige, se contournent autour de l'axe, de manière à former une spirale à spires plus ou moins serrées.

Ces diverses causes de spiralation rendent très-difficile l'appréciation du nombre des feuilles qui composent la spirale principale, parce qu'aucune feuille ne correspond exactement à une autre.

Le nombre des faisceaux du cercle vasculaire pourrait faire reconnaître la disposition des feuilles; mais, comme nous venons de le dire, ce nombre varie par soudure, par séparation prématurée des fibres et la non-réunion de celles qui doivent s'anastomoser.

On peut donc ne pas arriver à constater le nombre régulier des faisceaux caulinaires, soit qu'on les examine dans leur trajet longitudinal, soit qu'on les observe dans une coupe transversale.

Dans ce dernier cas, il y a une nouvelle cause d'erreur, parce que les faisceaux foliaires se séparent du cercle caulinaire, quelque temps avant leur épanouissement, et sont remplacés avant qu'ils soient devenus libres.

Pour éviter toutes les causes d'erreur, il faut examiner la tige à l'époque où les développements successifs n'ont pas altéré la régularité des premières formations.

DES BOURGEONS.

L'évolution des bourgeons est, en général, déterminée par celle des premières feuilles, et les bourgeons, à leur tour, produisent les feuilles subséquentes qui reforment d'autres bourgeons.

On distingue le bourgeon terminal des tiges et des rameaux des bourgeons latéraux.

Le bourgeon *terminal* n'est que l'extrémité de la tige, qui fait partie de la zone transparente d'accroissement, et qui conséquemment est susceptible de se développer.

Cette partie s'alonge ordinairement en longueur plus que la zone transparente ne s'accroît en épaisseur. L'élongation de ce tissu gemmulaire détermine l'accroissement, en longueur, de la tige, comme l'accroissement de la zone transparente détermine son accroissement en épaisseur.

Les faisceaux vasculaires de la tige étant circulairement disposés plus ou moins loin du centre, aucune partie ne se trouve interposée entre la base du bourgeon et la médulle centrale. Les deux moelles se continuent donc immédiatement; cependant, en raison de l'âge, on remarque quelquefois une différence de couleur entre la moelle d'une pousse et celle de l'année antérieure.

La portion transparente du bourgeon se continue avec la zone transparente de la tige; c'est vers le sommet que se montre d'abord la partie transparente.

Au sommet du bourgeon, aucune partie n'étant encore engendrée dans le tissu transparent, la portion corticale n'est pas distincte de la partie centrale.

Les fibres qui se forment dans le tissu utriculaire du bourgeon sont la continuation des faisceaux parenchymateux de la tige.

L'accroissement de ces faisceaux étant plus actif que celui des autres parties, les fibres du bourgeon ont une grande tendance à s'échapper, en ligne droite, au-delà de l'extrémité arrondie du bourgeon, au lieu de rester maintenues dans le contour qu'elle décrit. Ainsi sont formées les expansions foliaires.

Les vaisseaux nouveaux étant formés par le tissu développé des faisceaux parenchymateux qui ont créé les anciens, ils doivent s'appliquer sur ceux qui les ont précédés; conséquemment, l'étui médullaire ne doit pas être formé par des vaisseaux continus, mais successivement par la partie des nouveaux cercles vasculaires qui dépasse les anciens.

Les bourgeons *latéraux* naissent dans l'aisselle du faisceau médian des feuilles.

Ils sont formés par une partie du parenchyme du faisceau médian, entraînée par l'éruption de la fibre foliaire.

Les autres faisceaux parenchymateux doivent contribuer à sa formation, puisque à chaque étage les faisceaux s'anastomosent en formant un nœud, et que les fibres descendant du bourgeon s'accolent à celles des deux faisceaux qui sont placées à côté de celui dont le bourgeon semble la terminaison.

Le bourgeon naissant en un point où il n'existe pas de tissu vasculaire, au-dessus de l'épanouissement de la fibre foliaire, au-dessous de l'anastomose des fibres réparatrices, sa médulle centrale doit être en communication directe avec la médulle centrale du rameau qui l'a produit.

Quelquefois le tissu de la base du bourgeon ne se dilate pas et ne devient pas aréolaire, de sorte qu'alors les médulles semblent ne pas être en communication immédiate.

Le bourgeon repousse l'épiderme en-dehors et, conséquemment, s'en enveloppe.

La zone transparente du bourgeon se continuant avec celle de la tige, les fibres corticales du bourgeon se continuent avec les fibres corticales de la tige, comme les fibres ligneuses du bourgeon se continuent avec les fibres du système central de la tige.

L'écorce et l'épiderme présentent donc des ouvertures pour le passage du bourgeon et des fibres foliaires; ces ouvertures sont distinctes, parce que, d'un côté, les fibres sont distinctes les unes des autres, et que, d'un autre côté, le bourgeon est plus élevé que le faisceau médian.

La distance du bourgeon au faisceau médian est d'autant plus grande que la base du pétiole est plus épaisse, parce que le bourgeon sort toujours au-dessus du pétiole.

Il paraît renfermé dans la base de celui-ci quand les faisceaux latéraux de la feuille sont beaucoup plus élevés que le médian, et surtout quand une stipule amplexicaule le recouvre; mais, en réalité, il est toujours suprâfoliacé.

Quelquefois il y a plusieurs bourgeons placés au-dessus les uns des autres.

DES FLEURS.

Les organes floraux sont anatomiquement formés comme les feuilles.

Ils sont la dernière terminaison des fibres du bourgeon et le closent.

Ils sont formés par le même tissu utriculaire et les mêmes vaisseaux.

Ils conservent les mêmes dispositions que les expansions foliaires.

Parfois les fleurs présentent la symétrie des feuilles opposées ou verticillées, alors l'analogie est évidente.

Mais ce cas est très-rare.

C'est la symétrie des feuilles alternes que les organes floraux affectent préférablement.

Le nombre des parties des organes floraux est celui des pièces qui composent les spires des feuilles alternes. Le plus souvent, le nombre des feuilles est de cinq, le plus souvent aussi les organes floraux affectent la symétrie quinaire.

Les feuilles des spires quinaires sont disposées de façon que, dans le bourgeon, deux feuilles sont extérieures, une à demi enveloppée, les deux autres complètement recouvertes; les enveloppes florales présentent habituellement une disposition identique dans leur préfloraison.

Une différence cependant semble exister entre la disposition des feuilles caulinaires et celle des expansions florales.

Les feuilles de même rang, dans chaque spire, se correspondent, tandis que les pièces des spires florales sont le plus fréquemment alternatives; cela tient à ce que les fibres qui forment les feuilles se continuent, tandis que celles des fleurs s'épanouissent définitivement: se continuant, les faisceaux réparateurs semblent ne s'épanouir jamais; ils restent dans les intervalles des fibres immédiatement foliaires, et fournissent des fibres qui, s'unissant au-dessus des fibres épanouies, donneront naissance à des feuilles qui correspondront à celles de la spire inférieure; au contraire, s'épanouissant définitivement dans la fleur, les cordons réparateurs qui sont placés entre les faisceaux de la première spire, formeront un deuxième cercle floral dont les pièces alterneront avec celles du premier.

D'après cela, les cercles des expansions qui constituent la fleur sembleraient ne devoir être qu'au nombre de deux, puisque le nombre des faisceaux vasculaires des tiges à feuilles alternes est seulement double du nombre des feuilles d'une spire; mais chaque faisceau produit non-seulement l'expansion foliacée elle-même, mais aussi le bourgeon axillaire; conséquemment on doit trouver régulièrement quatre cercles concentriques de productions florales. Les étamines seront donc formées par la prolongation naturelle des faisceaux calicaux et seront placées

vis-à-vis d'eux. Les carpelles seront formées par la prolongation des faisceaux corollaires et leur correspondront.

Ainsi il est bien vrai que la fleur est formée par les mêmes faisceaux que les feuilles; elle est le complet épanouissement du cercle vasculaire de la tige ou d'un rameau: le nombre des pièces de chaque cercle floral, les rapports que ces pièces ont entre elles, l'ordre qu'elles observent relativement aux pièces des autres cercles, et même le nombre des cercles floraux, démontrent cette vérité.

Il faut noter cependant que la loi générale de formation éprouve des anomalies: ainsi les parties, au lieu d'être alternatives, peuvent être oppositives: cela tient, dans certaines circonstances, au dédoublement de certaines parties combiné avec des avortements. Par exemple, les faisceaux placés vis-à-vis des pétales peuvent se partager et produire des étamines, tandis que les faisceaux placés vis-à-vis les sépales avortent; les étamines sont alors placées vis-à-vis les divisions de la corolle. Le système pistillaire présente assez rarement la symétrie quinaire; cela tient à ce que les faisceaux carpellaires ne se séparent pas, il en doit résulter que ceux qui, selon l'ordre de formation, doivent être en partie ou en totalité plus internes que les autres, seront facilement oblitérés. Ainsi cette irrégularité, loin de détruire la règle, la confirme.

La conséquence de ces faits est que c'est la constitution des faisceaux vasculaires de la tige qui doit éclairer la structure de la fleur et le diagnostic des parties qui la composent. Ainsi, quand on ne compte qu'une enveloppe florale, c'est l'étude anatomique qui dira si cette enveloppe est un calice, si elle est une corolle, si elle est le résultat de la soudure des deux organes, ou si elle est réellement constituée par les pièces distinctes de deux spires différentes qu'on confond mal à propos: en effet, l'étude anatomique dira si le tégument floral est formé par les fibres calicales, ou les fibres corollaires, ou par les deux spires dont

les pièces sont soudées, ou dont les pièces sont séparées, mais semblables.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES.

Différents actes physiologiques concourent à la nutrition.

Absorption. La plus grande quantité des liquides est absorbée par les racines ; les extrémités des fibrilles ou spongioles sont les organes absorbants ; leur action s'exerce en vertu de leurs propriétés vitales ; elle est excitée par la chaleur, l'électricité, etc. Toutes les substances dissoutes dans l'eau sont absorbées sans discernement ; le corps le plus nécessaire à la nutrition est l'acide carbonique.

Presque tous les organes, tels que les feuilles, les tiges, etc., concourent à l'absorption.

Ascension de la sève. La sève ou le liquide absorbé par les divers organes, monte dans la tige, en vertu de la contractilité des tissus ; elle monte par le système central, notamment par les parties les plus jeunes. Les méats interutriculaires sont probablement les chemins qu'elle parcourt ; les vaisseaux trachéens ne paraissent pas destinés à la transporter naturellement. Elle est élaborée dans les diverses parties, et modifiée par la transpiration, la respiration, les sécrétions.

Transpiration. Cette fonction est exercée principalement par les feuilles ; les quantités d'eau exhalées sont fort considérables ; elles s'échappent par les stomates.

Respiration. Elle a pour but l'absorption de l'acide carbonique, sa décomposition, et l'exhalation de l'oxygène. La décomposition de l'acide carbonique s'effectue, sous l'influence des rayons solaires, par les parties vertes du végétal. Son résultat est de conserver dans les tissus le carbone, qui est l'un des principes constitutifs les plus essentiels.

Sécrétions. Elles modifient les sucs en en extrayant certains principes qui sont rejetés au-dehors, ou sont destinés à rentrer dans la circulation. Les organes des sécrétions sont les glandes et peut-être les vaisseaux propres.

Descension de la sève. Les sucs élaborés descendent par l'écorce, principalement par les couches récentes. Les méats paraissent les voies que suit la sève descendante; les vaisseaux propres paraissent contenir des principes qui ne sont pas destinés à former directement le *cambium* épanché.

Nutrition. La sève descendante, élaborée dans les utricules, est exhalée; elle forme le *cambium*, liqueur mucilagineuse, contenant une grande quantité de globules muqueux, arrondis, transparents, qui constituent la zone transparente, matrice de tous les organes : les globules s'agglutinent, forment des lamelles, et celles-ci des utricules et des vaisseaux : la zone transparente est placée entre le système central et le cortical; ainsi la vie du végétal peut être concentrée dans la couche la plus externe du système central, et la plus interne de l'écorce. Les liquides séveux montent par la première et subissent un commencement d'élaboration dans leur marche vers les feuilles; ils sont plus complétement élaborés par ces organes, redescendent par la couche corticale où les modifications qu'ils ont à subir s'achèvent; la sève complétement élaborée, épandue entre la couche de liber et la couche d'aubier, exhalée principalement par la première, peut-être en partie par la deuxième, forme une couche nouvelle, dans laquelle s'engendreront des vaisseaux trachéens dans la portion qui touche l'aubier, des vaisseaux propres dans la portion en contact avec l'écorce; ces deux parties nouvelles formeront de rechef, entre elles, une zone transparente, dans laquelle l'accroissement continuera comme il a commencé.

MONOCOTYLÉDONÉS.

DES TIGES.

A. *Disposition des parties.*

Les éléments organiques qui constituent les tiges des Monocotylédonés sont les mêmes que ceux qui forment les tiges des

Dicotylédonés : c'est le même tissu utriculaire, ce sont les mêmes vaisseaux.

La disposition des parties est, à l'origine, pareillement identique dans les deux ordres. Si, par exemple, on compare les faisceaux vasculaires d'un stipes avec ceux des tiges des Dicotylédonés annuels, dont l'accroissement est borné à la première période, on trouvera une similitude parfaite. Le stipes offre un certain nombre defaisceaux parenchymateux, disposés autour du centre de la tige, et ces faisceaux sont composés de la même manière. Le parenchyme est semblable et les vaisseaux sont distribués dans le même ordre. Les vaisseaux propres naissent à la périphérie, mais surtout dans la partie extérieure ; les vaisseaux trachéens naissent dans la portion interne de la fibre, en laissant cependant une portion parenchymateuse entre eux et la médulle centrale. Les différentes espèces de vaisseaux trachéens se succèdent de la même manière que dans les faisceaux des Dicotylédonés ; c'est-à-dire que les trachées à lames écartées sont les plus voisines du bord interne ; puis viennent les trachées dont les lames sont plus nombreuses et dont les bords sont rapprochés, puis celles dont les lames sont anastomosées et qui constituent les vaisseaux fendus, poreux, etc. La masse des vaisseaux trachéens est séparée de la partie extérieure du parenchyme qui constitue la portion corticale par un interstice transparent formé par le tissu encore gélatiniforme.

A l'origine il y a donc identité parfaite dans la disposition des parties des végétaux des deux ordres.

Mais les progrès de l'accroissement amènent de grandes différences. Dans les Dicotylédonés, dont l'accroissement se continue, les faisceaux primitifs grandissent, se touchent ; la ligne interstitielle d'accroissement des uns se confond avec celle des autres, de manière à former une couche continue ; les groupes de vaisseaux trachéens s'accolent les uns aux autres, de manière à former des cercles concentriques divisés par

les rayons médullaires ; les vaisseaux corticaux constituent des cercles pareils, mais moins épais ; de manière que les éléments ligneux, tous réunis au centre, forment un système séparé des éléments corticaux, qui constituent un autre système, la ligne de séparation étant constituée par la zone transparente du tissu le plus nouveau.

Dans les Monocotylédonés l'accroissement des faisceaux est essentiellement borné ; ceux-ci restent arrondis. Le tissu transparent qui se trouve placé entre la partie corticale et la portion parenchymateuse dans laquelle sont les vaisseaux trachéens, se solidifie ou s'annule par dessiccation. Les parties analogues d'une fibre ne s'unissent pas avec celles des autres fibres pour former un système ; les fibres qui sont au centre de la tige, comme celles qui sont dans son épaisseur, comme celles qui sont à l'extérieur, sont semblables. Les vaisseaux d'ordres divers restent unis dans chacune d'elles ; dans chacune d'elles sont renfermés tous les éléments organiques. Il ne s'opère pas de séparation entre eux : il y a *unité de système.*

B. *Accroissement.*

Les fibres nouvelles ne sont pas produites par la partie transparente des faisceaux ; elles sont formées par des fibrilles qui naissent des anciennes, qui se réunissent pour constituer des fibres plus fortes, et qui enfin acquièrent le volume nécessaire pour former les couronnes ou verticilles des feuilles.

Les fibrilles nouvelles naissent des fibres les plus extérieures, et aussi de celles qui constituent la partie la plus compacte de la tige, et aussi de celles qui se trouvent dans le centre médullaire ; elles sortent des fibres premières dans tout leur trajet, depuis leur origine jusqu'au point de leur épanouissement. L'accroissement n'occupe pas, par conséquent, une zone spéciale ; il a lieu dans toute l'épaisseur de la tige ; il n'est pas plus externe qu'interne.

Cependant, dans un grand nombre de cas, les fibres naissent en plus grande quantité en-dehors que dans les parties internes; il en résulte que les faisceaux primitifs, recouverts par les faisceaux de nouvelle formation, paraissent de plus en plus internes, et qu'ensuite ils les croisent au point de leur épanouissement. Beaucoup de faisceaux doivent donc décrire une courbure; ils naissent en-dehors, se portent vers la partie centrale et se courbent pour se diriger de nouveau vers la périphérie, former un entrecroisement avec les fibres nouvelles et donner naissance aux feuilles. Le point où les fibres se croisent est souvent fort dense, fort serré, fort coloré, et semble ainsi former la partie la plus ancienne de la tige. L'intensité de la couleur des faisceaux ne détermine pourtant pas leur âge, car ils sont colorés d'une manière foncée dans leur partie inférieure comprise dans la zone compacte, puis plus pâles au centre, puis encore d'une couleur foncée en traversant de nouveau la zone serrée.

Les fibres, naissant ainsi les unes des autres, ne s'étendent pas dans toute la longueur du stipes et ne parviennent pas aux racines. La conséquence de ce fait est que le stipes peut n'avoir pas plus de faisceaux à sa base qu'au sommet et rester ainsi cylindrique; il peut même avoir vers le haut plus de fibres que dans la partie inférieure.

DES FEUILLES ET DES BOURGEONS.

Les feuilles des Monocotylédonés sont formées comme celles des Dicotylédonés, par les faisceaux vasculaires de la tige.

Les faisceaux qui les constituent sont ou superficiels ou plus ou moins profonds. Ce sont les faisceaux profonds qui, se courbant en-dehors pour s'épanouir, croisent les faisceaux plus récents qui se sont formés après eux et plus extérieurement qu'eux.

Les fibres foliaires traversent obliquement de bas en haut la médulle externe et l'épiderme, et donnent ainsi le moyen

de reconnaître le sommet et la base des stipes cylindriques.

Les bourgeons existent dans les Monocotylédonés comme dans les Dicotylédonés ; mais ils avortent fréquemment ; ils sont axillaires, et sont formés de la même manière dans les deux classes, par l'élongation du tissu parenchymateux qui a constitué les fibres foliaires.

DES RACINES.

Les racines des Monocotylédonés ne sont pas formées par l'élongation des fibres caulinaires ; elles sont produites par un tubercule spécial qui prend naissance dans la médulle externe, vis-à-vis les intervalles des faisceaux primitifs, quand ceux-ci sont encore écartés : il en résulte que la médulle externe est en communication avec la médulle externe de la tige, et sa médulle interne en communication avec la médulle centrale de la tige. Son épiderme paraît distinct, attendu qu'il semble faire éruption à travers l'épiderme de la tige. Les premiers faisceaux vasculaires sont en contact, accolés ou anastomosés avec les faisceaux extérieurs du stipes ; ils forment comme un épatement qui adhère à la tige.

Le tubercule reste tout-à-fait extérieur, s'il ne se forme pas de fibres nouvelles sous la médulle externe ; il devient engagé dans les fibres du stipes, si des fibres ont été engendrées à l'extérieur après sa formation ; mais les fibres nouvelles de la tige ne s'étendent pas sur les fibres radicales.

Il résulte de ce fait que la racine n'est point l'élongation directe des fibres caulinaires, comme dans les Dicotylédonés, que la racine ne peut être pivotante, que le stipes doit être *succis*, et que les racines doivent sortir du stipes à une hauteur de plus en plus grande, pour être en communication avec les fibres qui naissent des faisceaux épanouis.

Les divisions de la racine sortent des branches principales, comme celles-ci sortent du stipes ; mais le point d'origine de

ces divisions n'est jamais engagé dans les fibres des branches qui les produisent, parce qu'il ne se forme pas de fibres à la périphérie des racines.

Ce mode de formation des racines confirme ce que nous avons dit des fibres caulinaires : elles naissent les unes des autres, et ne s'étendent pas des feuilles jusqu'à l'extrémité inférieure du végétal.

L'accroissement des racines se fait exclusivement à l'intérieur.

Dans l'origine, elles présentent sous la médulle externe une zone transparente.

Dans cette zone, paraît un cercle de points opaques, qui sont les premiers vaisseaux.

Des parties de consistance médullaire se forment dans le cercle transparent et le divisent en faisceaux parenchymateux, qui correspondent à chacun des premiers groupes vasculaires.

Les faisceaux sont souvent inégaux, les plus grands alternent parfois avec les plus petits; ils sont séparés les uns des autres, en-dedans et en-dehors, par du tissu médullaire. Dans leur partie moyenne ils se touchent fréquemment.

Ils s'alongent par la partie interne.

Les vaisseaux s'y forment de dehors en-dedans, de sorte que le deuxième groupe s'applique sur la face interne du premier, le troisième sur la face externe du deuxième, et ainsi de suite. La disposition des vaisseaux prouve aussi un accroissement intérieur, car cette disposition est l'inverse de celle qu'on remarque dans les faisceaux des Dicotylédonés. En effet, les vaisseaux les plus extérieurs sont les trachées; viennent ensuite, en allant de dehors en-dedans, les fausses trachées, les vaisseaux poreux, dont les ponctuations deviennent de plus en plus confuses, et dont le diamètre est de plus en plus grand.

Enfin, l'accroissement interne est encore prouvé par ce fait, qu'après le développement intérieur des faisceaux primitifs

de nouveaux faisceaux se forment dans la partie centrale et deviennent de plus en plus nombreux, de manière à la remplir entièrement.

Les racines s'alongent seulement par l'extrémité ; les fibres internes dépassent les externes et n'ont pas besoin de s'épanouir pour remplir leurs fonctions.

Il résulte de ce mode d'accroissement que les fibres radicales, au lieu de former un entrecroisement inextricable , sont parfaitement parallèles dans toute leur étendue.

Les faits précédents démontrent que la racine est généralement *endogène*. C'est une nouvelle preuve qu'on ne peut admettre la théorie qui établit que toutes les productions des Monocotylédonés sont formées à l'extérieur.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES.

Les fonctions nutritives s'exercent dans les Monocotylédonés de la même manière que dans les Dicotylédonés; mais les éléments du système central ne se séparant pas de ceux du système cortical , la sève ne peut monter par un système et descendre par l'autre. Son ascension et sa descension se doivent faire par les mêmes fibres. Ces deux actes ne s'opèrent cependant pas par la même portion de fibres. La portion qui contient les vaisseaux trachéens est parcourue par la sève ascendante , la portion qui contient les éléments analogues à ceux de l'écorce est suivie par la sève descendante.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Cucurbita Pepo (racine).

Fig. 1. Coupe transversale d'une racine vers l'extrémité (diamètre quadruplé). Voir la fig. 3 pour l'explication des lettres.

Fig. 2. Coupe plus rapprochée de la tige, mais au-delà des premières ramifications (diamètre quadruplé). Voir la fig. 3 pour l'explication des lettres.

Fig. 3. Deux faisceaux vasculaires et un rayon médullaire. A, centre vide, irrégulier; B, tissu utriculaire, lâche, blanc, entourant le centre; C, portion parenchymateuse, arrondie et formant le commencement du faisceau vasculaire avec lequel elle reste unie, ou dont elle se sépare, comme en C'; plus tard il se forme des vaisseaux dans les parties parenchymateuses centrales; dans la fig. 1, ces portions deviennent irrégulières et se confondent. D, portion parenchymateuse formant la partie la plus interne du faisceau après la portion C et ne se séparant pas; E, partie de parenchyme, verdâtre vers l'extrémité interne, au moins dans la partie supérieure de la racine, contenant les groupes de vaisseaux, lesquels sont séparés 1.° par des lignes transversales de tissu utriculaire, qui, avec les voisines, forment des circonférences en partie parenchymateuses, en partie médullaires, et 2.° par des lignes longitudinales formant de nouveaux rayons médullaires, divisant en partie les faisceaux primitifs, allant rarement jusqu'au centre et dans ce cas, rendant les faisceaux plus nombreux (il arrive plus souvent qu'un ou plusieurs faisceaux disparaissent vers l'extrémité inférieure de la racine. Là, le centre est plein et les faisceaux soudés par la partie interne); F, portion transparente, parenchymateuse, externe, dans laquelle se forment les nouveaux vaisseaux, et des lignes blanches continues avec les rayons médullaires; F', couche comprenant l'interstice d'accroissement et la partie interne de la portion corticale du faisceau parenchymateux; G, portion parenchymateuse tou-

chant immédiatement le faiscean (ou séparé en G') au centre, est une partie plus blanche, formée de tissu ntriculaire alongé, parenchymateux, qui semble commencer la portion fibrense de l'écorce; cette partie s'alonge latéralement dans la fig. 2, de manière à tendre à former une couche régulière; elle semble correspondre à la couche L (tige fig. 4); H, tissu utriculaire lâche, hexagonal, mais succulent; I, couche serrée, extérieure; J, rayon médullaire primitif, blanc; K, portion dn rayon médullaire succulente et un peu transparente.

Fig. 4. Coupe verticale d'un faiscean (vue au microscope); ce faisceau est pris après la première et même la deuxième ramification. A, tissu utrienlaire lâche, blanc, entourant le centre; B, tissu utriculaire parenchymateux; C, trachée, placée contre la médulle centrale, dont les bords sont écartés; D, trachée à spirales multiples, serrées; E, tissu ntriculaire alongé; F, vaisseau à lames çà et là soudées, mais cependant en spirale; G, tissu utriculaire alongé; H, vaissean à lames plus sondées, restant séparées par des fentes; I, tissu utrienlaire alongé; J, vaissean à ponctuations en lignes transversales; K, tissu ntriculaire alougé; L, vaisseau à ponctuations confuses, très-rapprochées, quelquefois réunies en masses irrégulières et séparées de distance en distance par des lignes non ponctuées, transparentes (articulations ?); M, vaisseau non encore complétement formé, à lignes transparentes anastomosées, séparant les ponctuations qui sont groupées en masses irrégulières, séparées de distance en distance par des lignes transparentes qui semblent bordées par les séries de ponctuations qui commencent par être très-petites, serrées et paraissent former seulement des lignes opaques; N, tissn ntrienlaire alongé, formant la partie transparente, parenchymateuse; N', tissu à cellules plus dilatées et moins transparent, formant la fin du faisceau et dépendant de l'écorce: O, tissu utrienlaire lâche, hexagonal, mais succulent; P, tissu ntriculaire, alongé, serré, présentant quelques raies transversales, formant le centre de la portion G et G', fig. 3; Q, tissu ntriculaire hexagonal, à utricules très-larges; R, tissn utrienlaire serré.

Cucurbita Pepo (tige).

Fig. 1. Portion de tige macérée, dont l'épiderme et tout le tissu utriculaire sont détruits; les faisceaux vasculaires restent seuls; les faisceaux disposés naturellement en deux cercles concentriques sont ici placés sur un seul plan, les cercles ayant été ouverts aux points *u*, *u*.

A, B, C, D, E, cinq gros faisceaux formant le cercle externe (pl. II, fig. 1 et 2); *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, cinq faisceaux plus petits, formant un cercle plus extérieur et alternant avec les précédents (pl. II, fig. 1 et 2); *f*, *f'*, plexus d'où naissent les pétioles formés par la totalité des faisceaux *b* et *d* et des cordons des deux faisceaux qui sont placés de chaque côté de *b* et *d*; ainsi *x* est un gros cordon donné au plexus *f* par le faisceau *c*; *w*, un petit cordon donné par le faisceau *a*; *l* est un gros cordon donné au plexus *f'* par le faisceau *e*; *m*, un petit cordon donné par *c*.

F, F', plexus formés par les fibres des bourgeons, s'accolant aux gros faisceaux A et B, C et D (surtout à B et D) parce que le tissu parenchymateux du bourgeon, est continu avec celui de ces faisceaux; *g*, vaisseau supérieur du plexus contourné en demi-cercle, circonscrivant régulièrement la base du bourgeon; *h*, *h'*, points des plexus d'où sortent la vrille et le rameau extra-axillaire, le pédoncule sortant de la partie principale des plexus F, F'; 3, cordon assez gros venant du faisceau B, reformant le faisceau *b* au-dessus du plexus *f*, en s'unissant au cordon 4, plus petit, venant de A; 5, faisceau venant de A pour fortifier *a*, qui a concouru à former un flexus *f*; 6, faisceau venant de B pour fortifier *b*, qui a concouru à former le plexus *f*. Le faisceau *d*, au-dessus du plexus *f'*, est reformé par les faisceaux C, D, par un procédé analogue, et les cordons *c*, *e*, qui ont concouru à la formation de ce plexus, reçoivent pareillement un cordon réparateur des faisceaux C, D.

Au niveau des plexus F, *f* et F', *f'*, les faisceaux tant externes qu'internes communiquent par des cordons transversaux, comme s'ils convergeaient tous vers la feuille et le bourgeon. Ainsi, au niveau des plexus F' et *f'*, les faisceaux internes C, D sont réunis, puisqu'ils concourent à former les productions axillaires; le faisceau E commu-

nique avec le faisceau D par le cordon *i*; le faisceau B communique avec le faisceau C par le cordon *j*, le faisceau A avec le faisceau B par le cordon *k*. Tous les cordons de communication des faisceaux internes passent en-dedans des faisceaux externes, et vont d'un faisceau interne à un faisceau interne; tandis que les faisceaux externes communiquent avec les faisceaux internes, le plus proche du côté du plexus. Ainsi le faisceau *e*, outre le cordon *l*, qu'il donne pour la formation du plexus foliaire, est uni par le cordon *p* au cordon D; il est aussi uni au cordon de communication *i* par le petit cordon *o*; le faisceau *c*, outre le cordon *m* qu'il envoie au plexus foliaire, est uni au cordon de communication *s* par le petit cordon *q*; le faisceau *b* est uni au faisceau B par le cordon *n*; le faisceau *d* qui forme la plus grande partie du plexus foliaire est lié aux faisceaux C, D par les petits cordons *r*, *s*; il n'y a point d'union entre A et E, qui sont placés à peu près à l'opposite de l'origine de la feuille; le faisceau *a* est libre entre ces deux derniers faisceaux, qui convergent l'un à droite, l'autre à gauche du plexus; c'est *a* qui formera la nervure moyenne de la feuille supérieure.

Les choses se passent de même au plexus F, *f*; A, B concourent à former le plexus F; C est uni à B par le cordon *t*; E est uni à A par le cordon coupé *u*, *u*; D est uni à E par le cordon *v*; *b* forme la partie principale du plexus foliaire *f*, et communique avec A par le cordon *z*; il communique à B par un cordon semblable; les cordons *a*, *c*, qui contribuent à former le plexus foliaire par les cordons *x*, *w*, communiquent aussi avec les faisceaux A, B, par les cordons 1, 2; *e* communique à E par le cordon *y*, etc. C, D, à l'opposite de la feuille, ne communiquent point entre eux; ils communiquent seulement avec les faisceaux placés du côté de la feuille; *d*, placé entre eux, ne communique avec aucun faisceau à cette hauteur: c'est lui qui formera la nervure médiane de la feuille *f'* qui suit *f*.

Fig. 2. Portion d'épiderme prise au point où naît une feuille; *a*, ouverture pour le faisceau principal des vaisseaux de la feuille; *b*, *c*, ouvertures pour les faisceaux latéraux; *d*, ouverture pour le faisceau de la vrille; *e*, ouverture pour le faisceau du rameau; *f*, pour celui du pédoncule; *gg*, portions de l'épiderme qui séparent les trois faisceaux

foliaires et vont se continuer avec le portion *k*, qui se réfléchit sur la partie inférienre du pétiole et qni se déchire par la macération : l'épiderme de la partie supérieure du rameau naît an-dessus des trois ouvertures foliaires.

Fig. 3. Tracé fictif indiquant l'évolution des feuilles alternes. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, sont les points qui, dans une conpe tranversale de la tige, tiennent la place des faisceaux foliaires de la fig. 1 ; A, B, C, D, E, sont les points qui correspondent aux faisceaux réparateurs ; *b* sera le faisceau médian de la première fenille ; *d*, celui de la deuxième ; *a*, celui de la troisième ; *c*, celui de la quatrième ; *e*, celui de la cinquième ; le faisceau de la sixième feuille viendra correspondre encore à *b*.

Ainsi, les faisceaux médians sont régulièrement séparés par des faisceaux latéraux, et sont le plns à l'opposite possible l'un de l'autre, chacnn étant formé par le faisceau qui est resté isolé et libre au milieu des anastomoses du nœnd inférieur. (Voir fig. 1.)

Ainsi, les feuilles décrivent plns d'nn cercle autour de la tige avant que la nervure médiane de l'une d'elles sorte d'nn faisceau qui a déjà donné naissance à la nervure médiane d'une antre fenille, avant qne la nervure médiane de la sixième feuille, par exemple, vienne de nouvean répondre au faisceau *b*.

Les feuilles sortent à des hauteurs différentes, parce qu'elles sont forcées d'emprunter pour nervures latérales des faisceanx qni en ont fonrni déjà à d'autres feuilles, et elles forment conséqnemment des spirales composées d'un nombre de fenilles en corrélation avec le nombre des faisceanx vasculaires de la tige.

a, *c*, sont les faisceaux latéranx de la fenille *a*, *b*, *c*, dont *b* est la nervure médiane ; *c*, *e*, les faisceanx latéraux de *c*, *d*, *e*, dont *d* est la nervure médiane ; *e*, *b*, les faisceaux latéraux de *e*, *a*, *b*, dont *a* est la nervure médiane ; *b*, *d*, les faisceanx latéranx de *b*, *c*, *d*, dont *c* est la nervure médiane ; *d*, *a*, les faisceaux latéraux de *d*, *e*, *a*, dont *e* est la nervure médiane.

Il résulte de cette disposition spiralée que, dans la *préfoliation*, les denx premières feuilles *a*, *b*, *c* et *c*, *d*, *e* ne sont nullement recouvertes ; la troisième, *e*, *a*, *b*, a un des côtés seulement recouvert ; la

cinquième et la sixième, *b, c, d* et *d, e, a*, ont les deux côtés recouverts.

Les fleurs qui affectent la symétrie quinaire ont les parties disposées comme les feuilles spiralées. Ainsi, les calices à cinq divisions ont habituellement, dans la *préfloraison*, deux sépales à bords libres, un dont un bord est recouvert, et deux dont les deux bords sont recouverts.

Planche II.

Cucurbita Pepo (tige, suite).

Fig. 1. Coupe transversale de l'extrémité d'une tige (diamètre quadruplé) montrant le centre plein; dix faisceaux vasculaires, cinq plus intérieurs, cinq plus extérieurs, contenant un très-petit nombre de vaisseaux; le tissu utriculaire de la couche corticale continu avec celui de la couche centrale.

Fig. 2. Coupe transversale d'une partie moins extrême de la tige; (diamètre quadruplé); le centre est vide, à cinq angles saillants et cinq rentrants; les faisceaux vasculaires sont au nombre de dix, cinq plus développés correspondent aux angles saillants dans le vide du centre, cinq moins développés correspondent aux angles rentrants. Le tissu utriculaire des rayons médullaires est à utricules blanches, non gorgées de sucs; *a*, est un des grands faisceaux; *b*, un des petits faisceaux; *c*, est la partie restante de la médulle centrale, au milieu de laquelle s'est formée une grande cavité; *d*, un rayon médullaire; *e*, la médulle corticale.

Fig. 3. Coupe transversale de la partie inférieure de la tige (diamètre quadruplé), présentant dix faisceaux comme les coupes précédentes; quelquefois de nouveaux faisceaux sont formés de sorte que le nombre n'est plus complétement régulier. A, centre vide, à cinq angles saillants et cinq rentrants; B, rayon médullaire, large, séparant les faisceaux primitifs, engendrant parfois de nouveaux faisceaux vasculaires; *b*, partie extérieure du rayon, subgélatineuse, transparente, continue avec la partie transparente des faisceaux vasculaires; C, partie interne d'un faisceau, verte, parfois tout-à-fait séparée du faisceau par du tissu médullaire, pleine de vaisseaux, quand les faisceaux primitifs sont assez accrus pour former un cercle continu; D, portion

utriculaire plus verte, plus externe que la portion C, contenant les premiers vaisseaux ; E, groupes de vaisseaux, d'abord très-petits, très-serrés, les suivants deviennent beaucoup plus grands et ont une tendance à se diviser en trois séries séparées par du tissu cellulaire, moins vert ou même blanc ; F, tissu encore transparent entre le corps ligneux et l'écorce. G, portion de tissu vert appartenant au système cortical, mais peu nettement séparé du système central ; H, faisceau secondaire, organisé comme le précédent, mais moins avancé ; I, tissu utriculaire très-lâche, hexagonal, formant partie de l'écorce ; J, couche de l'écorce formée de tissu alongé ; K, deuxième couche à utricules hexagonales, remplies de matière verte ; L, couche extérieure épidermique, à utricules petites, alongées ; cette couche présente plusieurs interruptions dans lesquelles s'alongent les utricules de la couche K, qui forment des lignes vertes sous l'épiderme.

Fig. 4. Coupe transversale d'une portion de la tige (beaucoup plus grossie), contenant un faisceau vasculaire, un rayon médullaire et une portion de l'écorce. A, tissu utriculaire, lâche, blanc, non parenchymateux, déterminant la circonscription du centre vide ; B, portion parenchymateuse, devenant plus tard vasculaire, un peu moins verte que la suivante avec laquelle elle se confond primitivement, et dont elle est parfois séparée par une ligne de tissu non parenchymateux ; C, angle interne du faisceau parenchymateux, très-vert, dans lequel se développent des vaisseaux, d'abord très-petits, très-serrés ; puis, de plus en plus grands, de plus en plus écartés (voir la fig. 5) ; D, partie parenchymateuse placée transversalement entre les groupes de vaisseaux, formant avec les voisines des cercles utriculaires, devenant, par suite du développement, blanche, plus lâche, moins succulente dans la partie qui ne touche pas les vaisseaux ; E, tissu utriculaire formant entre les vaisseaux des lignes rayonnantes, coupant les parties D à angle droit et formant les commencements de nouveaux rayons médullaires ; F, portion tout-à-fait verte et succulente ; G, portion (entre bois et écorce) d'un vert un peu moins foncé, dans laquelle apparaissent des vaisseaux encore transparents ; H, portion colorée en vert comme la portion F, appartenant à l'écorce, mais difficile à limiter ; I, rayon

médullaire primitif, très-large, blanc, non parenchymateux, formé de tissu analogue aux portions D, E, à utricules un peu plus petites que la portion A; J, extrémité du rayon médullaire, succulente, non verte, comme F et H, formant avec G une zone transparente séparant le bois de l'écorce, mais peu distincte; K, couche d'utricules grandes, hexagonales, d'une teinte verdâtre, sans chlorophylle, contenant beaucoup de sucs, mais à parois distinctes et minces; L, couche d'utricules alongées, étroites, serrées; M, couche d'utricules hexagonales pleines de sucs, les extérieures contenant de la chlorophylle; N, couche épidermique interrompue d'espace en espace, de manière que la couche M vient apparaître sous forme de lignes vertes sous la cuticule externe.

Fig. 5. Coupe verticale, du centre à la circonférence, d'un faisceau vasculaire et de la portion corticale correspondante (vue au microscope). A, tissu utriculaire blanc, lâche, entourant le centre vide; B, tissu utriculaire alongé, parenchymateux, formant la partie parenchymateuse qui précède le faisceau; B', tissu semblable plus vert commençant le faisceau; C, trachée à spirales doubles écartées; D, tissu utriculaire séparant les vaisseaux; E, trachée à spirales plus rapprochées; F, tissu utriculaire; G, trachée à spirales très-rapprochées; H, tissu utriculaire; I, vaisseau à spirales un peu réunies; J, vaisseau à spirales plus anastomosées et plus irrégulières; K, tissu utriculaire; L, vaisseau à ponctuations souvent alongées, disposées en séries transversales, paraissant circonscrite par une double ligne opaque, comme si elles formaient un anneau ou comme si la substance qui la forme avait une épaisseur notable; M, vaisseau d'un diamètre plus grand, à ponctuations plus petites, formant des amas irréguliers; N, vaisseau très-gros, à ponctuations réunies en amas irréguliers, divisé, d'espace en espace, par des lignes régulièrement transversales, non ponctuées; O, tissu utriculaire; P, vaisseau très-gros encore incomplétement formé, à parois très-minces, présentant des lignes transversales transparentes et des ponctuations en amas séparés par des lignes contournées, transparentes aussi; Q, tissu utriculaire alongé, transparent; Q', tissu utriculaire, alongé, vert, plein de chlorophylle, formant la portion corticale du faisceau primi-

tif; R, tissu à utricules larges et hexagonales; S, tissu à utricules alongées; T, tissu à utricules hexagonales, contenant, vers l'extérieur, de la chlorophylle; U, couches épidermiques.

Fig. 6. Trachée (macérée) dans laquelle la spirale est saillante, de sorte qu'on voit le tube décrire une courbe entre les spires.

Fig. 7. Vaisseau (macéré) à spirales manifestement anastomosées.

Fig. 8. Vaisseau (macéré) présentant des raies incomplètes, placées entre deux séries de ponctuations, comme si deux spirales anastomosées entr'elles laissaient dans l'intervalle qui sépare les tours de la spirale une bande sans ponctuations.

Fig. 9. Morceau d'épiderme formée d'utricules très-alongées, amincies aux extrémités, marquées de quelques granulations très-rares. Ce tissu résiste à une très-longue putréfaction.

CUCUMIS MELO.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige. A, médulle centrale; B, portion parenchymateuse placée intérieurement et tenant au faisceau, d'un vert pâle en son contour, presque transparente au centre, engendrant des vaisseaux plus tard; C, faisceau vasculaire, formé de tissu parenchymateux très-vert à l'angle central, tendant à montrer des lignes blanches longitudinales et transversales, vert à son extrémité externe; D, rayon médullaire; E, partie transparente des faisceaux, se continuant avec celle des rayons médullaires, de manière à former une zone qui sépare le système central du cortical; F, partie verte au-delà de la portion transparente; G, partie semblable, placée vis-à-vis les grands faisceaux et plus développée; H, partie formée d'utricules arrondies; H', parties à utricules serrées, alongées; I, médulle corticale; J, couche épidermique.

OBSERVATION. Cette coupe est faite sur une tige plus avancée en âge que celle du *Cucurbita Pepo;* elle en diffère parce que la portion parenchymateuse B est arrondie comme celle de la racine, transparente au centre, et, dans certaines tiges plus avancées, pleines de vaisseaux; des faisceaux se sont développés dans les rayons médullaires.

Fig. 2. Section transversale de la tigelle au-dessous des feuilles séminales (après la germination). Cette tigelle est légèrement com-

primée, parcourue par deux sillons qui sont formés par les bords un peu décurrents des feuilles séminales; elle présente habituellement six vaisseaux vasculaires, *a*, *c*, *c*, et *b*, *d*, *d*; les faisceaux centraux *a*, *b*, correspondent aux sillons, c'est-à-dire entre les bords des feuilles séminales, de sorte que la partie médiane de celles-ci répond à l'espace dépourvu de faisceaux vasculaires; *e*, centre vide.

Fig. 3. Portion de la tigelle et base d'une feuille séminale dépouillées d'épiderme. A, portion de la tigelle, vue du côté de l'insertion d'un cotylédon, et montrant conséquemment une partie des deux faisceaux vasculaires médians *a*, *b*, et deux faisceaux latéraux, *c*, *d*; B, base de la feuille séminale, rétrécie en un pétiole membraneux, amplexicaule, inséré vis-à-vis l'intervalle de deux faisceaux vasculaires, ne recevant pas conséquemment de faisceau médian; *d*, *c*, faisceaux latéraux se partageant au sommet en deux branches; l'interne, s'unissant à la voisine pour former la nervure médiane *e* du cotylédon; l'externe, s'unissant à un rameau venant de *a* et de *b*, pour former les nervures latérales qui, en se partageant elles-mêmes, forment les nervures *f*, *g*, *f*, *g*.

Planche III.

Cucumis Melo (suite).

Fig. 4. Tracé fictif propre à faire voir comment les six faisceaux primitifs de la tigelle produisent les faisceaux en nombre double des tiges à feuilles opposées, dont les faisceaux réparateurs s'accolent à chaque nœud au faisceau du nœud supérieur.

A, un faisceau médian; B, B', les deux faisceaux latéraux qui l'accompagnent; *a*, *a'*, les deux moitiés de l'autre faisceau médian; C, C', les deux faisceaux latéraux qui l'accompagnent; D, D', points d'où partent les nervures médianes des cotylédons formées par deux rameaux venant de C et B, C' et B'; E et F, E' et F', points d'où naissent les nervures latérales des cotylédons formées, d'un côté, par A et B, C et *a*, et de l'autre côté, par A et B', C' et *a'*.

J, K, L et J', K', L', fibres du deuxième verticille paraissant formées par la prolongation des faisceaux primitifs et engendrés dans chaque faisceau par les deux cordons qui se sont séparés pour aller concourir à la formation de deux fibres cotylédonaires.

G, H, I et G', H', I', fibres du troisième verticille formées par des cordons réunis au-dessus des fibres cotylédonaires et formés par la division des fibres du deuxième verticille, à la hauteur de l'épanouissement du premier.

De même que les faisceaux primitifs se sont partagés pour former les fibres cotylédonaires, que celles-ci se sont divisées pour donner naissance aux fibres du deuxième verticille, que celles-ci se sont partagées pour donner naissance aux cordons du troisième, ces dernières se partagent; les cordons qu'elles fournissent s'accolent aux fibres du deuxième verticille, jusqu'au point où celles-ci s'épanouissent; alors elles s'en séparent; après leur séparation elles se partagent en deux cordons : l'un s'anastomose avec un cordon semblable au-dessus des fibres du deuxième verticille et forme ainsi une des fibres du quatrième; l'autre s'accole aux fibres du troisième verticille; arrivé au point d'épanouissement, il s'en sépare de nouveau et il se bifurque encore; un des rameaux répare les fibres épanouies du troisième et constitue les fibres du cinquième; l'autre s'accole sur les fibres du quatrième; pareille disposition se présentera à chaque nœud. Ainsi, par la simple et continuelle division, les faisceaux primitifs, au nombre de six, produiront la symétrie régulière des feuilles opposées du *Clematis*, par exemple (voir pl. XI), et la disparition d'un seul faisceau détermine la symétrie des feuilles alternes (*Lunaria*, voir pl. XIV).

Fig. 5. Tracé fictif propre à faire voir comment les six faisceaux primitifs de la tigelle produisent les faisceaux en nombre quadruple des tiges à feuilles opposées, dont les faisceaux réparateurs restent distincts.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans la fig. 5 et dans la fig. 4; l'explication de la figure précédente peut donc servir à celle-ci; la seule différence que présente la fig. 5 est la suivante : les faisceaux qui fournissent les cordons qui constituent G, H, I et G', H', I', remplaçant les fibres cotylédonaires et destinées à reformer le troisième verticille, donnent, comme les faisceaux semblables de la figure 4, des cordons destinés à reformer successivement, en se partageant, les verticilles épanouis; mais ces cordons ne s'accolent pas

aux fibres J, K, L et J', K', L', qui forment le deuxième verticille pour s'en séparer au point d'épanonissement et s'accoler aux fibres du troisième, après avoir fourni le cordon qui ira former le quatrième, et ainsi de suite, de verticille en verticille. Les faiceaux réparateurs restent isolés entre les faisceaux foliaires et au-dessus de leur épanonissement, ils fournissent de chaque côté des fibres qui les reconstituent et vont former les verticilles supérieurs; il en résulte que les faisceaux vasculaires de la tige sont en nombre quadruple du nombre des faisceanx de la tigelle, ou de celui des fibres nécessaires à un seul verticille, c'est la symétrie du ***Centranthus***, du ***Sambucus***, etc. (voir pl. X et XI).

Vinca major.

Coupe verticale d'une pousse encore herbacée. 1, tissu médullaire interne, encore verdâtre, formé d'utricules pleines de chlorophylle; 2, petite trachée; 3, 3, vaisseaux paraissant rayés, très-difficiles à voir, parce qu'ils sont enveloppés de tissu utriculaire 4, 4, alongé, marqué de ponctuations nombreuses et régulièrement disposées en lignes transversales; 5, tissu encore mal formé, constituant une couche transparente entre le bois et l'écorce; 6, vaisseanx corticanx, transparents, sans anastomoses ni divisions, se séparant facilement, et se montrant sous l'apparence de filaments blancs, nombreux, quand on casse un stolon, marqués parfois de lignes longitudinales comme dans le Chanvre (*Cannabis*, pl. VII); 7, tissu médullaire cortical, envoyant des prolongements entre les vaisseaux, formé d'utricules pleines de chlorophylle; ces utricules ont un diamètre de moins en moins grand à mesure qu'elles approchent de l'extérieur, où elles sont parfois colorées en pourpre.

Ligusticum Levisticum.

Fig. 1. Portion d'une coupe transversale de la tige, vue à la loupe. ***a***, médulle centrale détruite au centre; ***b***, ***b***, etc., faisceaux vasculaires principaux; ***c***, ***c***, faisceaux vasculaires secondaires, alternant avec les principaux; ***d***, ***d***, faisceaux tertiaires placés entre les principaux et les secondaires, et séparés d'eux par du tissu utriculaire parenchymateux, de manière qu'ils forment un cercle continu;

e, *e*, *e*, faisceaux parenchymateux corticaux, placés vis-à-vis les faisceaux vasculaires principaux et secondaires, rarement vis-à-vis les faisceaux tertiaires; *f*, couche épidermique.

Fig. 2. Coupe transversale de deux faisceaux vasculaires (vus au microscope). *a*, médulle centrale, aréolaire; *b*, portion parenchymateuse interne, dans laquelle on voit peu les cavités des utricules; *c*, portion vasculaire interne, formée de vaisseaux très-serrés, appliqués les uns contre les autres; *d*, portion parenchymateuse, sans vaisseaux; *e*, portion parenchymateuse dans laquelle se développent des vaisseaux partagés généralement en deux séries, de manière que ce deuxième groupe vasculaire sera divisé par un rayon parenchymateux; *f*, partie encore transparente, à peu près continue avec celle du faisceau voisin, concourant avec elle à former un cercle continu; *g*, partie parenchymateuse formée d'utricules qui ne présentent généralement qu'une petite ponctuation au centre, et dont les extérieures sont opaques, roussâtres; *h*, médulle corticale, aréolaire, verdâtre; *i*, faisceaux parenchymateux externes dont les utricules n'ont qu'une ponctuation au centre, et dont les intérieures sont roussâtres comme les extérieures de *g*, avec lesquelles ils paraissaient avoir été primitivement en contact; *j*, couche épidermique; B, faisceau tertiaire dans lequel commencent seulement à se développer les vaisseaux, ne dépassant pas intérieurement la partie parenchymateuse *d*.

Fig. 3. Portion d'une section transversale de la partie supérieure du pétiole qui devient cylindrique; *a*, médulle aréolaire; *b*, *b*, faisceaux principaux, et *c*, *c*, faisceaux secondaires, isolés, arrondis, présentant une partie transparente qui sépare leur portion parenchymateuse externe de la portion vasculaire; *d*, *d*, cordons parenchymateux de l'écorce, placés vis-à-vis des faisceaux *b*, *b*, *c*, *c*, etc., dont ils sont souvent très-rapprochés, surtout des principaux, avec lesquels ils sont même quelquefois unis par une partie opaque, parenchymateuse; *e*, couche épidermique.

Planche IV.

Chelidonium majus.

Fig. 1. Coupe transversale d'une tige (diamètre sextuplé), pré-

sentant des faisceaux vasculaires en nombre variable (ordinairement douze, quelquefois plus, voir la fig. 18, pl. V); A, médulle interne; B, un faisceau vasculaire composé d'un tissu utriculaire parenchymateux externe *a*, de vaisseaux à suc jaune *b*, d'un tissu utriculaire transparent *c*, de vaisseaux spiraux, rayés et poreux *d*, d'un tissu parenchymateux *f* interne, placé contre un tissu utriculaire teint par une couleur verte et formant une trace continue entre les faisceaux; C, faisceau adventif, ajouté au nombre douze; F, vaisseaux propres isolés; D, médulle extérieure; E, tissu épidermique.

Fig. 2. Portion d'une coupe transversale d'une tige très-grossie; *a*, médulle interne, vide; *b*, portion interne d'un faisceau, pleine de sucs, verte, se continuant sur les côtés du faisceau et s'étendant ensuite jusqu'à la portion semblable des faisceaux voisins, de manière à former une zone verte que l'accroissement interrompt souvent; *c*, portion parenchymateuse blanchâtre, dans laquelle sont quelques vaisseaux propres *g*, pleins d'un suc jaune; *d*, vaisseaux spiraux, fendus et ponctués; les extérieurs, *e*, plus petits, ponctués; *f*, tissu parenchymateux, blanchâtre, formé d'utricules alongées, dont la cavité n'est représentée que par une ponctuation à peine visible; *g'*, vaisseaux propres, pleins de suc jaune, placés dans la couche *f*; *h*, tissu parenchymateux, jaunâtre, semi-transparent, constituant la portion externe du faisceau, formé d'utricules alongées, hexagonales, soudées, à peine distinctes les unes des autres, peu marquées, présentant au centre, les unes seulement un point opaque, les autres une cavité assez grande (surtout quand la coupe est faite dans un nœud de la tige), cavité qui contient quelques grains; *i*, médulle extérieure, formant une zone complète, et composée d'utricules dont les unes, encore plus grandes que celles de la couche précédente, ont une cavité large, contenant des grains de chlorophylle, et les autres, plus petites, à cavités très-peu apparentes; *j*, utricules à parois minces, remplissant l'intervalle des faisceaux, et quelquefois les séparant de la zone externe; *k*, couche épidermique non parenchymateuse.

Fig. 3. Coupe verticale de la tige (vue au microscope); *a*, médulle centrale formée d'utricules alongées, larges, transparentes

contenant des grains verts; *b*, trachée d'un petit diamètre, à spirale très-écartée, double; *c, c*, trachées d'un diamètre plus large, à spirales serrées, multiples, offrant des anastomoses, mais susceptibles d'être déroulées; *d*, vaisseau ponctué intérieur d'un assez grand diamètre; *e, e*, vaisseaux ponctués extérieurs d'un petit diamètre; *f, f*, tubes alongés, peu formés, peu opaques, mais non transparents, formant le parenchyme blanchâtre dans lequel sont les vaisseaux propres; *g*, un vaisseau plein d'un suc jaune, qui doit sa couleur à une multitude de granules excessivement petits, muqueux, s'agglutinant entre eux; *h*, tubes constituant le parenchyme jaunâtre, alongés, mieux formés que les tubes *f f*, présentant très-rarement des cloisons, pleins, transparents comme la gélatine, laissant difficilement voir leur cavité qui se présente sous la forme d'une ligne obscure; *i*, tissu utriculaire à parois minces et transparentes, contenant de la chlorophylle; *j*, tissu formé d'utricules à parois épaisses et à cavité médiocre, et seulement transparentes au centre; *k*, cellules épidermiques.

Fig. 4. Portion d'une coupe transversale de la racine (grossie). A, faisceau vasculaire (ils sont généralement au nombre de six, subdivisés en quatre ou en deux, etc.); B, rayon médullaire placé entre les faisceaux, contenant parfois quelques vaisseaux propres; C, rayon médullaire placé entre les subdivisions du faisceau principal; *a*, médulle centrale très-peu étendue, parce que les faisceaux s'approchent très-près du centre; *b, b, b*, agglomérations de vaisseaux d'un très-petit diamètre nés dans les faisceaux; *c, c, c*, intervalles parenchymateux entre les paquets de vaisseaux, contenant quelques vaisseaux propres; D, couche transparente, placée entre le système central et l'écorce, tendant à montrer déjà les prolongements blancs qui formeront la partie extérieure des rayons médullaires et se continueront avec les prolongements médullaires de l'écorce; E, écorce présentant des couches demi-transparentes, interrompues, dans lesquelles sont de nombreux vaisseaux propres (on n'en voit ni dans la couche D ni dans celle qui l'avoisine); *e*, tissu utriculaire placé entre les couches vasculaires de l'écorce; *f*, médulle externe; *g*, épiderme. Tout le tissu utriculaire est obstrué de grains arrondis.

Fig. 5. Coupe verticale du faisceau de la racine (fig. 4, A). *a*,

utricules épidermiques sans grains; *b*, *b*, *b*, tissu utriculaire de l'écorce, en entier comblé de grains; *c*, *c*, *c*, vaisseaux propres en couches irrégulières; *d*, couche transparente placée entre le bois et l'écorce; *e*, *e*, *e*, intervalles utriculaires entre les vaisseaux du système central; *f*, *f*, groupes de vaisseaux poreux ou fendus; *g*, *g*, vaisseaux propres répandus dans le système central.

Fig. 6, 7, 8, 9, 9 *bis*. Vaisseaux de la racine, séparés par une assez longue macération, brossés avec un pinceau doux pour les débarrasser des débris du tissu utriculaire); 6, trachée qui paraît réduite à sa spirale, qui est double; 7, 8, 9, vaisseaux rayés, réunis en groupes, formés de pièces longues ou courtes, irrégulières, jointes par l'accolement de deux parois comme les utricules, jointes souvent obliquement comme les utricules fusiformes, et communiquant peut-être entre elles par la perforation de la double paroi; 9 *bis*, vaisseau macéré à tube détruit, à lame spirale anastomosée.

Fig. 10 et 11. Masses de granules contenues dans une utricule et dépouillées par la macération de la paroi utriculaire.

Fig. 12. Grains qui oblitèrent tout le tissu utriculaire de la racine, et qui s'échappent en un courant rapide quand on place une tranche mince de ce tissu sur un verre mouillé : ces grains sont de volumes fort différents.

Fig. 13. Coupe transversale de la racine dans une partie plus inférieure que celle de la fig. 4, montrant que les faisceaux ne sont plus qu'au nombre de trois, et qu'ils se touchent au centre.

Fig. 14. Coupe encore plus inférieure, ne présentant plus que deux faisceaux soudés au centre.

Planche V.

Chelidonium (suite).

Fig. 15. Coupe verticale de la souche (tige) et de la racine. *a*, *a*, commencement d'une cavité qui se formera dans la médulle qui occupe le centre de la tige et de la partie supérieure de la racine, mais qui cesse d'être distincte à la partie inférieure de cet organe, parce que les faisceaux vasculaires *b* se rapprochent et se soudent; *c*, une couche demi-transparente placée entre le système central et le cor-

tical, les feuilles, les bourgeons et les divisions de la racine.

Fig. 16. Coupe transversale d'un pétiole présentant au centre une grande cavité, *a*, souvent deux lacunes *b*, *b*, qui manquent quelquefois, offrant enfin un faisceau vasculaire principal; deux latéraux de chaque côté et d'autres faisceaux très-petits interposés.

Fig. 17. Coupe de la partie inférieure de la tige (souche) montrant la portion corticale des dix faisceaux séparée de leur portion centrale par une partie transparente beaucoup plus distincte que dans la partie supérieure de la tige et formant une couche continue comme dans la racine; *a*, l'un des faisceaux commençant à s'alonger pour former une feuille; la partie la plus interne des faisceaux est transparente comme la couche qui sépare l'écorce du système central.

Fig. 18. Coupe transversale de la tige (souche) prise un peu plus haut, au point où commencent les feuilles, et présentant la base des feuilles déjà déterminées quoique non séparées : elle montre six feuilles, 1 qui s'étend de *a* en *b*, 2 de *b* en *c*, 3 de *c* en *d*, 4 de *d* en *f*, 5 de *f* en *g*, et 6 de *g'* en *h*; ces feuilles, quand elles sont formées, ont un faisceau médian et deux latéraux de chaque côté, plus, de très-petits faisceaux près des extrémités; quand elles ne sont pas bien séparées elles n'ont que trois faisceaux. Les feuilles se détachent plus vite d'un côté que de l'autre; la feuille 1 a son côté *a* déjà détaché, et présente son bourgeon *i*; la feuille 2 a son extrémité *c* un peu distincte; les feuilles 3, 4 et 5 sont encore adhérentes et recouvertes; elles forment ainsi la spirale (comme dans le *Cucurbita*, pl. I, fig. 3), les deux premières feuilles n'étant pas recouvertes, la troisième ayant un bord recouvert; la quatrième et la cinquième ayant les deux bords recouverts; la feuille 6 n'a pas son faisceau médian exactement correspondant au faisceau médian de la feuille 1; le faisceau médian de la feuille 1 ne fait plus partie du cercle de la tige; les faisceaux médians des feuilles 2, 3, 4, en font encore partie mais commencent à s'éloigner, les faisceaux médians des feuilles 5, 6 en font exactement partie; les faisceaux latéraux des feuilles 1, 2, 3, sont déjà séparés du cercle vasculaire de la tige; un faisceau latéral de la feuille 4 (vis-à-vis *h*) commence déjà à s'éloigner; les

autres faisceaux latéraux font partie de ce cercle. Il résulte de ces faits qu'on trouve dans le cercle de la tige cinq faisceaux principaux, 2, 3, 4, 5, 6, et des faisceaux plus petits alternant; on trouve de plus, des faisceaux principaux séparés appartenant aux feuilles déjà détachées et provenant des faisceaux principaux du cercle, enfin d'autres faisceaux séparés formant les faisceaux secondaires des feuilles.

Fig. 19. Coupe du bourgeon terminal de la souche présentant l'arrangement des feuilles; la spire est formée par 5 feuilles, 1 et 2 extérieures, 3 demi-enveloppée, 4 et 5 enveloppées; 6 feuille sixième commençant une nouvelle spire, mais ne répondant pas tout-à-fait à la première feuille; 7, 8, 9, rudiments de feuilles de la deuxième spire.

Fig. 20. Coupe d'un autre bourgeon terminal plus avancé; les feuilles présentent toujours le même arrangement; la sixième feuille ne correspond pas exactement à la première; la neuvième semblerait lui correspondre plus exactement, mais la concordance n'est pas plus complète. Le défaut de concordance absolue tient à ce que les feuilles, bien que naissant du même faisceau, proviennent d'une partie du faisceau formée postérieurement, et placée à côté de la fibre qui a formé la première feuille; il tient encore à ce que les faisceaux, au lieu d'être rectilignes, peuvent être un peu courbés en spirale; ces dispositions ont pour résultat de placer les feuilles dans une situation telle qu'elles se cachent le moins possible.

Bocconia cordata.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de la tige annuelle. A, centre vide; B, tissu utriculaire blanc, à utricules courtes, larges, vides; C, le même tissu utriculaire, avoisinant les faisceaux et prenant une teinte verdâtre; D, un des faisceaux vasculaires, qui sont alternativement grands et petits, et très-serrés, et forment presque une couche continue dans la tige; *a*, tissu parenchymateux interne du faisceau; *b*, vaisseaux trachéens; *c*, partie transparente, disparaissant souvent par la dessiccation et laissant un vide; *d*, partie parenchymateuse appartenant à l'écorce; E, médulle externe; F, couche épidermique.

Fig. 2. Section transversale d'un faisceau très-grossi. A, médulle interne, formée d'utricules blanches, vides; *a*, portion de ce tissu

avoisinant le faisceau parenchymateux et devenant verdâtre; B, portion parenchymateuse interne, contenant quelques vaisseaux propres, se séparant quelquefois, mais très-rarement, par la dessiccation et laissant un petit vide *c* entre elle et les vaisseaux trachéens; D, vaisseaux trachéens; E, vide laissé par le tissu transparent le plus récent, détruit par dessiccation; F, tissu parenchymateux externe appartenant à l'écorce, verdâtre, formé d'utricules à cavité presque comblée, et parcouru par des vaisseaux propres pleins de sucs jaunes; G, médulle externe de l'écorce; H, tissu épidermique.

Fig. 3. Section transversale de deux faisceaux pris dans la partie inférieure de la tige, plus âgés, et ayant par conséquent plus de rangées de vaisseaux que le faisceau de la figure 2. A, tissu cellulaire blanc et vide; ***a***, partie médullaire devenant verdâtre en s'approchant des faisceaux; B, parenchyme interne; C, premier groupe de vaisseaux; D, intervalle parenchymateux entre le premier et le second groupe de vaisseaux; C', deuxième groupe de vaisseaux; D', deuxième intervalle parenchymateux; C'', troisième groupe vasculaire; E, portion transparente, se formant entre la partie centrale et la partie corticale du faisceau, se détruisant souvent par la dessiccation et laissant un vide E' entre la partie centrale et la corticale; F, portion corticale du faisceau parenchymateux; G, partie médullaire placée entre le système central et le cortical, constituant conséquemment la partie croissante d'un rayon médullaire persistant lorsque la partie transparente E' disparaît par la dessiccation, et unissant l'écorce au système central (voir la fig. 4); H, médulle extérieure verdâtre; I, couche épidermique.

Fig. 4. Coupe transversale d'une portion de la souche vivace, âgée de plusieurs années. A, un des faisceaux principaux s'étendant presque jusqu'au centre (de manière à ne laisser qu'un canal médullaire mal déterminé), allant en s'élargissant vers la circonférence, séparé des faisceaux voisins par des rayons médullaires B, B, B, non parenchymateux; C, C, C, rayons médullaires séparant les subdivisions des faisceaux principaux, s'étendant plus ou moins vers le centre, selon qu'ils ont été formés plus ou moins anciennement; ***a***, ***a***, ***a***, etc., groupes vasculaires composant les faisceaux; ***b***, ***b***, ***b***, etc., intervalles parenchy-

mateux situés entre les groupes vasculaires : D, D, portions parenchymateuses des faisceaux, appartenant à l'écorce et séparées de la portion centrale par les portions transparentes E, E ; F, prolongements médullaires de l'écorce, continus avec les rayons médullaires du système central ; G, médulle corticale ; H, couche épidermique.

Fig. 5. Coupe longitudinale d'un faisceau (fig. 3). A, couche épidermique formée d'utricules alongées, jaunâtres, les extérieures plus étroites, les intérieures contenant quelques grains ; A', médulle externe formée d'utricules lâches, grandes, contenant des grains verdâtres ; B, vaisseau propre plein d'un suc jaunâtre ; C, tissu parenchymateux formant la portion corticale du faisceau, paraissant formé de tubes alongés et comme articulés, ce tissu contient des vaisseaux propres; D, D, D, tissu transparent situé entre l'écorce et le système central, contenant parfois des vaisseaux pleins de suc jaune B, B ; E, E, groupes de vaisseaux dont les uns ont des fentes transversales entières ou presque entières, les autres des ponctuations nombreuses, petites ; quelques-uns sont très-larges, très-transparents, presque articulés, à ponctuations très-grandes, et paraissent des cellules alongées très-dilatées ; F, F, intervalles parenchymateux entre les vaisseaux, contenant quelques vaisseaux propres B ; G, médulle centrale.

Planche VI.

Ricinus communis.

Fig. 1. Coupe transversale d'une portion de la tige (huit fois plus grosse que nature). A, couche épidermique, formée d'utricules courtes, peu régulières, souvent colorées en rouge ; B, couche sous-épidermique blanche, formée de tubes alongés; C, couche verte formée d'utricules médiocrement alongées, pleines de chlorophylle; D, un des prolongements de la couche C qui interrompent la couche épidermique, et E, un des prolongements verts, peu réguliers, qui traversent la couche F, s'étendent presque jusqu'à la couche G, s'élargissent à leur extrémité interne, de manière à former une couche *interrompue*, parallèle à la couche principale C ; F, couche blanche interrompue irrégulièrement par les prolongements E, et formée de tubes alongés ; G, couche comme composée de deux parties, l'une, placée contre

l'écorce, transparente, sans consistance, se déchirant facilement, de sorte que le bois et l'écorce se séparent sans effort; en cas de déchirure, si ces organes sont rapprochés, il paraît exister entre eux une ligne de séparation noirâtre; mais cette ligne n'existe pas naturellement, car lorsqu'on coupe la zone transparente avec précaution elle ne présente pas de ligne de séparation; l'autre portion de la couche contient déjà des groupes de vaisseaux peu solides, séparés par des rayons médullaires un peu opaques, petits, rapprochés, réguliers, se continuant avec ceux de la partie plus centrale; H, couche ligneuse bien formée, composée de petits faisceaux très-rapprochés, de manière qu'ils imitent une couche presque continue dans la zone extérieure; I, tissu formé d'utricules arrondies, vides, serrées dans le voisinage des vaisseaux, colorées çà et là en rouge, surtout dans la partie interne, formant la médulle centrale, qui laisse un très-grand vide au centre.

Fig. 2. Coupe verticale de la tige, vue au microscope. A, couche épidermique; B, couche d'utricules alongées; C, couche verte; E, couche blanche formée d'utricules alongées; F, utricules vertes, provenant de l'élargissement de l'extrémité interne des prolongements intérieurs de la couche C; G, G, couche récente encore en partie transparente, dans laquelle commencent à paraître des vaisseaux à larges ponctuations H; I, vaisseau ponctué bien formé; J, vaisseau ponctué et rayé; K, vaisseau rayé, ou trachée à spirale très-rapprochée; L, trachée à trois lames en spirale; M, trachée à deux spirales; N, partie externe de la médulle centrale.

Fig. 3. Portion de tissu utriculaire accompagnant un vaisseau nouveau (G et H, fig. 2). Ce tissu est formé d'utricules égales, paraissant rectangulaires, non croisées, mais formant par leur réunion des lignes régulières composées d'une série de points qui paraissent être des ouvertures arrondies, comme si les utricules avaient une très-grande quantité de petites soudures séparées par des intervalles ronds non soudés; ces utricules, appliquées sur les vaisseaux, en laissent voir les ponctuations. Toutes les utricules ne sont point ainsi conformées; il en est dont les méats sont réguliers et simples.

Les vaisseaux paraissent présenter des lignes longitudinales obs-

eures, comme s'ils étaient formés de plusienrs tubes soudés ; ces lignes sont probablement formées par les débris d'utricules agglutinées aux vaisseaux.

MENISPERMUM CANADENSE.

Fig. 1. Section transversale d'un rameau (diamètre sextuplé). *a*, conche verte ; *b*, faisceaux vasculaires, très-réguliers, séparés par des rayons médullaires verdâtres, *c* ; *d*, médulle centrale.

Fig. 2. Coupe de deux faisceaux vasculaires (vus à une très-forte loupe). *a*, couche extérieure verte, formée d'utricules lâches, pleines de chlorophylle ; *b*, rayon médullaire verdâtre en ses bords, blanc et transparent, dans la partie moyenne, qui est si mince qu'elle se détruit avec la plus grande facilité ; *c*, portion de médulle verte, touchant les faisceaux vasculaires ; *d*, médulle centrale, formée d'utricules lâches, blanches, laissant voir les lignes de jonction des utricules sous-jacentes, de sorte que les utricules hexagonales paraissent subdivisées ; *e*, portion interne du faisceau vasculaire, parenchymateuse, blanche, formant un cercle continu avec les parties semblables des faisceaux voisins, mais verte aux points où elle touche ces faisceaux, formée d'utricules dont la cavité ne représente qu'une très-petite ponctuation au centre ; *f*, partie vasculaire formée de vaisseaux de diamètres différents ; deux sont ordinairement plus gros que les autres ; *g*, partie encore transparente et incomplètement organisée, dans laquelle apparaissent déjà quelques vaisseaux ; *h*, portion parenchymateuse extérieure, semblable à la portion *e*, séparée de la portion analogue des faisceaux voisins par la médulle verte qui s'avance entre les faisceaux pour former le rayon médullaire ; la portion *h* se prolonge plus ou moins loin sur les bords du faisceau vasculaire, mais n'arrive pas jusqu'à la portion *e* ; cette disposition montre cependant que primitivement la portion parenchymateuse était unique et qu'elle a été séparée en deux parties par la formation de la portion transparente.

Fig. 3. Coupe de deux faisceaux d'une tige de plusieurs années (très-grossis). *a*, médulle extérieure ; *b*, rayon médullaire, encore transparent au milieu et facilement destructible, de sorte que, même à un âge avancé, les faisceaux semblent isolés ; *c*,

cercle vert qui touche les faisceaux vasculaires, et dans lequel paraît confondue la portion *e* de la figure 2, qui n'est plus apparente, soit qu'elle contienne des vaisseaux, soit que la cavité de ses utricules se soit élargie, de sorte que le tissu ne paraît plus parenchymateux, soit enfin qu'elle se soit oblitérée; ***d***, médulle centrale devenue roussâtre; ***f, f, f, f,*** parties composées d'un grand nombre de vaisseaux uniformes, formées d'année en année, mais très-peu distinctes les unes des autres; ***g***, portion transparente, sans consistance, ne se confondant pas encore avec les parties semblables des faisceaux voisins pour former une couche continue; ***h***, portion parenchymateuse externe, qui ne paraît pas être accrue, et qui, en conséquence, paraît plus petite relativement au faisceau qui est allé en s'élargissant.

Fig.* 4.** Section transversale d'une portion de tige âgée de huit à dix ans (diamètre quadruplé). ***a, médulle centrale; ***b, b,*** rayons médullaires primitifs se continuant avec la partie *c* de la médulle centrale, qui est verte; ***d, d, e, e, e, e,*** rayons médullaires secondaires et tertiaires, généralement fort réguliers, n'apparaissant qu'après plusieurs années, de sorte qu'un même faisceau s'accroît plusieurs années sans se subdiviser; ***f, f,*** groupes vasculaires placés entre les rayons médullaires formant des zones très-peu distintes; ***g***, partie transparente des faisceaux vasculaires, ne formant pas une zone continue, parce que les rayons médullaires sont manifestement continus avec la médulle externe, et ne sont pas transparents dans le cercle d'accroissement (au moins en automne); ***h*** (voir la fig. 2 et 3, ***h***), croissant formé de tissu parenchymateux, à cavité presque oblitérée, transparent, rejeté en-dehors par les parties nouvelles de l'écorce; ***i, i,*** parties parenchymateuses, créées après ***h***, formées en même temps que les divisions secondaires des faisceaux et placées vis-à-vis d'elles : en-dedans de ces parties, on voit d'autres croissants parenchymateux très-petits, formés en même temps que les divisions tertiaires du faisceau et placés vis-à-vis d'elles, montrant ainsi que les parties constitutives de l'écorce et du système central sont correspondantes et se forment dans le même ordre : ***j***, médulle extérieure présentant des parties plus vertes qui imitent des portions parenchymateuses

irrégulières, mais qui sont organisées comme le reste de la médulle corticale.

Asclepias syriaca.

Fig. 1. Coupe verticale d'une portion de tige (vue au microscope). *a*, utricules larges, courtes, lâches, pleines de grains, formant la médulle interne ; *b*, tissu formé d'utricules alongées, vert, placé contre le cercle des faisceaux parenchymateux, contenant dans la partie interne des vaisseaux lactés, si nombreux que, dans la coupe transversale, le suc laiteux sort en bien plus grande abondance du centre que de l'écorce ; *c*, tissu utriculaire avoisinant les vaisseaux ; *d*, trachées à spirale très-écartée ; *e*, trachée à spirale rapprochée, parfois anastomosée, cependant déroulable ; *f*, petits vaisseaux à fentes courtes ; *g*, utricules longues, grandes, très-transparentes, à ponctuations régulières ; *h*, tissu incomplètement formé, transparent ; *i*, vaisseaux laiteux de l'écorce, transparents, simples, facilement séparables, réunis en faisceaux séparés par des utricules alongées ; *j*, tissu utriculaire plein de chlorophylle, formant la médulle corticale ; *k*, utricules épidermiques plus étroites, sans chlorophylle.

Fig. 2. Portion d'écorce (grossie). A, médulle corticale séparant les groupes de vaisseaux propres et contenant elle-même quelques vaisseaux épars, car elle laisse suinter des sucs laiteux ; B, groupes de vaisseaux laiteux, arrondis, parallèles, etc.

Fig. 3. Globules du suc laiteux (vus au microscope). Ils sont d'une ténuité extrême, muqueux, peu consistants, paraissant mal formés, s'agglutinant facilement en membranes.

Fig. 4. Coupe verticale d'une portion de racine (vue au microscope). *a*, médulle centrale, pleine de grains ; *b*, tissu utriculaire alongé, ne laissant pas suinter de sucs laiteux ; *c*, *c*, *c*, groupe de très-gros vaisseaux, les uns visibles en entier, d'autres en partie cachés, marqués de fentes très-courtes, de ponctuations en lignes transversales ou confuses, et quelquefois aussi de lignes transversales qui les font paraître comme articulés (voir *Cucurbita Pepo*, pl. I, fig. 4, L, M) ; *d*, *d*, tissu utriculaire placé entre les vaisseaux, formé d'utricules alongées et de quelques séries d'utricules courtes

et larges ; *e*, tissu transparent, formé d'utricules très-alongées; *f*, tissu demi-transparent, formé d'utricules alongées, contenant quelques grains ; *g*, utricules arrondies toutes pleines de grains ; *h*, utricules peu alongées; *j*, utricules arrondies ; *k*, épiderme assez opaque. Les couches *e*, et *f*, *g*, *h*, *j*, qui constituent l'écorce de la racine, ne laissent pas suinter de sucs laiteux.

Fig. 5. Grains (de fécule), visibles à la loupe, contenus dans les utricules de la racine, de volumes différents, les uns très-gros, les autres très-petits, mais mieux formés et plus gros que les granules du suc laiteux (fig. 3), remplissant tout le tissu utriculaire de la racine, se détachant très-facilement lorsqu'on place une tranche mince de racine sur un verre humecté.

Fig. 6. Coupe transversale d'une racine. *a*, médulle centrale ; *b*, rayons médullaires blancs, s'avançant dans la couche transparente au-delà du dernier cercle de vaisseaux, formés d'utricules courtes; *c*, intervalles parenchymateux placés entre les groupes vasculaires, formés d'utricules alongées, subfusiformes, parenchymateuses, finissant par être vides et blanches, semblables alors à celles des rayons médullaires avec lesquelles elles sont unies; *d*, vaisseaux d'un diamètre considérable (fig. 4, *c*, *c*, *c*) ; *e*, couche transparente entre le système central et le cortical, formée d'utricules alongées ; *f*, tissu cortical demi-transparent, formé d'utricules alongées ; *g*, prolongements médullaires de l'écorce, blancs, continus avec les rayons médullaires, ou à peine séparés par le tissu transparent; *h*, portion demi-transparente, formant une couche interrompue, et semblable à la couche *f*, dont elle est séparée par la médulle *i* qui est blanche comme les prolongements *g* ; *j*, médulle extérieure formée d'utricules arrondies ; *k*, épiderme assez opaque.

Fig. 7. Portion de la surface extérieure du corps ligneux, montrant des vaisseaux sinueux A, A, s'unissant et se séparant, laissant entre eux des espaces inégaux dans lesquels font saillies les extrémités des rayons médullaires B, B, qui les dépassent d'une ou deux lignes.

Planche VII.

Cannabis sativa (Chanvre).

Fig. 1. Vaisseau cortical parfaitement transparent, ténace, sans aucune cloison, ni ramifications, ni anastomoses, se présentant ordinairement à l'état vide, offrant quelquefois en quelques points de son étendue une ligne noire longitudinale, formée par les anciennes adhérences du vaisseau aux tissus voisins.

Fig. 2. Un vaisseau semblable présentant longitudinalement une ligne noire assez épaisse, puis deux lignes minces séparées par une partie transparente.

Fig. 3. Vaisseau paraissant plein de molécules semi-transparentes, mal déterminées, très-petites, bien distinctes par leur volume et leur forme peu certaine des grains de chlorophylle.

Fig. 4. Un vaisseau se terminant par une extrémité renflée surmontée d'un mamelon et pleine de molécules semblables à celles qu'on rencontre dans le vaisseau.

Fig. 5. Tissu médullaire cortical plein de très-gros grains de chlorophylle.

Ficus elastica.

Fig. 1. Portion de stipule dépouillée, sur les deux faces, de l'épiderme, qui se détache très-facilement, surtout sur la face interne. A, A', faisceaux longitudinaux composés de plusieurs espèces de vaisseaux et de tissu utriculaire; *a*, vaisseaux spiraux ou rayés; *b*, vaisseaux propres extrêmement minces, transparents, semblant articulés de loin en loin, mais sans diaphragmes complets; *c*, tissu utriculaire alongé; B, extrémité de A', faisceau principal qui se partage; C, C, vaisseaux du latex isolés entre les faisceaux A, A', auxquels ils se réunissent par des embranchements, de même qu'ils s'unissent entre eux, se croisant fréquemment, mais paraissant s'anastomoser très-rarement, et différant en cela des vaisseaux du *Rhus*, pl. VII, fig. 2 et 3; D, vaisseau paraissant anastomosé; E, vaisseau se croisant avec un autre; F, vaisseau se recourbant entièrement; G. tissu utriculaire accompagnant les vaisseaux et remplissant leurs intervalles, formé d'utricules minces et transparentes comme les vaisseaux propres, alongées,

rameuses, unies par les extrémités de leurs ramifications et formant un véritable réseau : ces utricules contiennent quelques grains, visibles surtout quand elles ont été plongées dans l'eau bouillante.

Observation. La stipule du *Ficus elastica*, qui contient des sucs blancs en abondance, est tout-à-fait bien disposée pour laisser voir la circulation des sucs propres, parce qu'elle est mince et que la membrane supérieure, qui est transparente, se détache avec une facilité extrême et emporte avec elle un certain nombre de vaisseaux ; la membrane inférieure, quoique plus épaisse, laisse cependant aussi voir les courants. Quand on l'a plongée immédiatement dans l'eau chaude, on peut enlever la couche des vaisseaux isolément : on voit alors fort bien leur disposition ainsi que celle du tissu utriculaire réticulaire.

Si l'on veut voir circuler les sucs laiteux, il faut l'observer sur les stipules tenant encore à la plante, ou détacher une portion de stipule, enlever rapidement son épiderme, la placer immédiatement sous la lentille du microscope et observer sans délai ; car le cours des liquides se ralentit et s'arrête promptement, la vitalité diminuant et s'éteignant dans un espace assez court. Si l'on a opéré convenablement, on voit les globules des sucs laiteux marcher avec une vélocité singulière, suivre la ligne des vaisseaux propres dans lesquels ils semblent à peine contenus, tant les parois sont minces, s'accumuler en certains points qu'ils obstruent, ralentir leurs mouvements, s'arrêter tout-à-fait, puis l'obstruction cessant, reprendre leur cours. Les sucs laiteux marchent quelquefois en sens contraire dans les vaisseaux parallèles ; quelquefois leur cours change tout-à-coup de direction dans un même vaisseau ; ils traversent les points qui semblent une articulation, mais là les globules semblent éprouver un petit mouvement de soubresaut, comme s'il y avait un léger étranglement aux articles ; les courants divers font voir que souvent les vaisseaux se croisent sans s'anastomoser. Il est très-rare que deux courants se confondent en un seul par anastomose.

Fig. 2. Portion d'épiderme de la face supérieure de la stipule.

Rhus typhinum.

Fig. 1. Morceau d'écorce âgée de plusieurs années (grossi). A, épiderme épais, dense, formé de cellules hexagonales peu alongées; B, tissu utriculaire sous-jacent plein de chlorophylle, envoyant à travers l'écorce des prolongements blancs, non parenchymateux, commençant quelquefois par être très-épais, irréguliers, C, C, d'autres fois minces dans toute leur étendue, D, D; E, vaisseaux laiteux extérieurs, beaucoup plus gros que les autres; F, F, vaisseaux secondaires formant des cercles bien réguliers, laissant suinter une goutte de liquide laiteux, moins forte que celle des vaisseaux extérieurs; G, couche interne (liber) non encore bien organisée.

Fig. 2. Morceau d'écorce de deux ans dont l'épiderme et la médulle verte sont enlevés (grandeur sextuplée). A, A, A, vaisseaux extérieurs (fig. 1, E), d'un très-grand diamètre, pleins de liquide laiteux qu'on fait refluer en passant sur eux la lame du scalpel, mais qui revient presque immédiatement; l'un des vaisseaux se divise en deux, ce qui est rare; B, B, utricules très-longues, transparentes, accompagnant les vaisseaux A, A, A, se terminant en pointe, de sorte qu'il est extrêmement difficile de voir leur nature utriculaire; C, tissu utriculaire, grand, plein de chlorophylle et s'avançant entre les vaisseaux (fig. 1, C, C).

Fig. 3. Morceau d'écorce vu par la face interne (très-grossi), présentant des vaisseaux très-déliés, longitudinaux, flexueux, anastomosés, se subdivisant en branches qui s'unissent aux ramifications voisines ou au tronc même qui les a produites, etc. Pour bien voir ces vaisseaux, il faut les examiner avec une bonne loupe, immédiatement après avoir détaché le morceau d'écorce d'une branche fraîche.

Fig. 4. Portion de tissu utriculaire alongé, à utricules amincies aux deux extrémités.

Fig. 5. Portion d'une pousse de l'année, fendue verticalement pour laisser voir l'origine d'un bourgeon axillaire. A, base du pétiole appliquée contre la tige, parce qu'elle reçoit une fibre médiane très-oblique présentant une cavité, parce que les fibres latérales naissent beaucoup plus haut que la médiane, et que la partie supérieure du pétiole fait une

saillie au-dessus du bourgeon ; dans cette cavité est une légère saillie sur la ligne médiane ; B, bourgeon presqu'entièrement caché dans la cavité pétiolaire ; il est encore utriculaire, et présente au sommet une partie verte séparée de la portion corticale par une couche transparente qui ne s'étend pas encore jusqu'à la zone transparente placée entre le bois et l'écorce du rameau.

Fig. 6. Portion d'un jeune rameau dépouillée de son écorce. A, faisceau médian d'une feuille, entraînant en s'épanouissant la médulle pour former le centre médullaire du bourgeon B ; C, un des faisceaux latéraux de la feuille.

Fig. 7. Rameau de deux ans dépouillé d'écorce. A, faisceau foliaire médian et B, B, faisceaux latéraux déjà recouverts par les fibres des feuilles supérieures ; C, bourgeon commençant à pousser, dont la base médullaire descend jusqu'au faisceau A.

Fig. 8. Écorce du rameau de la fig. 7. A, ouverture par où sortent le faisceau médian et les fibres corticales qui l'accompagnent ; B, B, ouvertures par où sortent les faisceaux latéraux ; C, ouverture du bourgeon.

PLATANUS ORIENTALIS.

Extrémité d'un rameau fendu longitudinalement. A, base d'un pétiole, présentant à la partie inférieure une cavité (non close), dans laquelle est placé le bourgeon E ; *a*, stipule du pétiole A, adhérant circulairement à la tige et au contour de la cavité du pétiole, de sorte que celle-ci s'ouvre en-dedans de la stipule ; B, une feuille supérieure ; *b*, sa stipule ; C, un rudiment de feuille ; *c*, sa stipule ; D, le dernier rudiment de feuille ; *d*, sa stipule enveloppant le bourgeon terminal G, mais ne recouvrant pas encore un bourgeon axillaire visible ; E, bourgeon de la feuille déjà enveloppé d'une tunique complète qui, se perforant au sommet, laisse un intervalle assez grand entre elle et le bourgeon, puis est remplacée par une autre ; ces tuniques sont les stipules de feuilles avortées, et, comme celles des feuilles parfaites, elles enveloppent le bourgeon erminal du rameau axillaire chacune leur tour ; F, bourgeon de la feuille C.

Planche VIII.

Beta vulgaris, var. (*Betterave blanche*, à sucre).

Fig. 1. Coupe verticale de la racine et de la tige de la première année (collet). *a*, tige de la première année, plus alongée que dans la Carotte, présentant au centre une large médulle susceptible de se déchirer et de se détruire, s'enfonçant en diminuant jusque dans la racine, mais disparaissant bientôt parce que les faisceaux fibreux de la racine se croisent légèrement; à l'extérieur, la tige présente des fibres formant des courbures comme dans la Carotte, et s'anastomosant de manière que celles des couches les plus profondes envoient des faisceaux qui vont concourir à la formation des feuilles ou des bourgeons supérieurs; *c*, *d*, *e*, zones transparentes séparées par des zones médullaires qui vont se confondre avec la médulle corticale, qui est fort peu épaisse; les zones les plus extérieures sont sans vaisseaux, elles montent moins haut que les intérieures, *c* finissant avant *d* et *e*; les intérieures contiennent des vaisseaux dans leur partie interne; *b*, zone transparente de la racine analogue à celle de la tige, contenant aussi des vaisseaux dans la partie la plus interne, séparée des zones voisines par une partie médullaire; les dernières zones *f*, *g*, sont subdivisées par les parties médullaires *h*, *i*, *j*, qui ne forment pas encore des zones continues.

Observation. Les faits précédemment exposés montrent que la racine de la Betterave est formée de zones transparentes qui contiennent les vaisseaux et se déchirent facilement, alternant avec de larges zones non transparentes ne contenant pas de vaissseau; elle paraît ainsi formée de plusieurs couches bien qu'elle soit annuelle; elle ne montre pas d'écorces distinctes, parce que le système cortical a très-peu d'épaisseur et que la zone transparente qui la sépare du système central ne diffère pas de celle qu'on remarque dans ce dernier. Toute la racine est dépourvue de grains de fécule; elle est gorgée de sucs, ce qui la rend très-sensible à la gelée; le sucre est dissout dans les sucs que contiennent surtout en grande abondance les zones transparentes; les vaisseaux trachéens entourés par les utricules pleines de liquides sucrés ne contiennent

que des gaz ; les liquides n'y pénètrent que lorsqu'on y fait le vide.

Fig. 2. Coupe transversale de la racine. *a*, zone centrale formée d'un petit nombre de faisceaux très-serrés et laissant un petit canal médullaire au centre ; *b*, *c*, *d*, *e*, zones concentriques formées d'un cercle transparent et d'un cercle médulleux ; la partie transparente contient des groupes vasculaires devenant de plus en plus petits et de plus en plus nombreux, séparés par un tissu qui tend à cesser d'être transparent (rayons médullaires) ; *f*, zone encore entièrement parenchymateuse : elle présente des points où elle commence à être partagée par une portion qui cesse d'être parenchymateuse, *g*.

Fig. 3. Coupe verticale d'un faisceau vasculaire de la tige (vue au microscope). *a*, *a*, *a*, *a*, tissu utriculaire alongé, parenchymateux, placé entre les vaisseaux ; *b*, trachée à spirale écartée ; *c*, trachée à spirale serrée ; *d*, trachée à spirale serrée, rapprochée des autres vaisseaux *e*, *e*, *e*, dont les lames sont diversement anastomosées.

Fig. 4. Coupe verticale de deux zones de la racine. *a*, tissu formé d'utricules larges, arrondies ; *b*, *b*, *b*, vaisseaux à lames diversement anastomosées, tantôt serrées, peu anastomosées (fausses trachées), tantôt présentant des anastomoses nombreuses et irrégulières (vaisseaux poreux) ; on ne voit pas de trachées à spirales libres et écartées ; *c*, portion extérieure de la zone transparente, formée d'utricules alongées, succulentes, ne contenant pas de vaisseaux ; *d*, tissu à utricules arrondies, non parenchymateuses, séparant deux zones transparentes ; *e*, couche transparente la plus extérieure, parenchymateuse, formée d'utricules alongées, ne contenant pas encore de vaisseaux ; *f*, tissu utriculaire lâche, arrondi, appartenant à l'écorce ; *g*, tissu plus transparent et plus dense, formant la partie extérieure de l'écorce.

Fig. 5. Vaisseaux de la racine séparés, formés de pièces alongées et paraissant s'anastomoser.

Fig. 6. Portion de la zone la plus récente du système central, vue à l'extérieur, après l'enlèvement de la portion corticale. *a*, *a*,

faisceaux parenchymateux dans lesquels n'existent pas encore de vaisseaux ; ces faisceaux s'anastomosent irrégulièrement et laissent entre eux des intervalles *b*, *b*, remplis de tissu formé d'utricules arrondies, non parenchymateuses.

Fig. 7. Portion de l'avant dernière zone du système central, vue extérieurement, après l'enlèvement de la première zone. Elle est formée comme la précédente de faisceaux parenchymateux, *a*, *a*, *a*, séparés par des utricules arrondies *b*, *b* ; dans les faisceaux parenchymateux sont des cordons vasculaires qui s'anastomosent en s'unissant entre eux.

Planche IX.

Impatiens Balsamina.

Fig. 1. Coupe transversale d'un rameau (grossi). Les faisceaux vasculaires sont encore isolés ; les principaux sont irréguliers, séparés les uns des autres par des faisceaux plus petits qui manquent en certains points.

Fig. 2. Coupe de la partie supérieure de la tige (grossie). La tige est devenue un peu fistuleuse ; les gros faisceaux vasculaires sont déjà soudés avec les plus petits, de manière à former une couche irrégulière, continue.

Fig. 3. Coupe de la partie inférieure de la tige (grossie). A, médulle centrale formée d'utricules très-larges, paraissant devoir bientôt former une cavité au centre, qui est encore occupé par quelques cellules dilatées ; B, partie interne d'un faisceau, entièrement utriculaire, très-légèrement parenchymateuse ; C, partie moyenne plus parenchymateuse, contenant des vaisseaux épars (trachées) ; D, partie externe du faisceau, presque entièrement vasculaire, unie aux faisceaux intercalés de manière à former une couche irrégulière ; E, couche semi-transparente entre le bois et l'écorce, contenant déjà quelques vaisseaux ; F, partie interne de l'écorce, verdâtre, formée d'utricules élargies ; G, couche externe blanche, formée d'utricules alongées ; H, couche épidermique.

Fig. 4. Coupe transversale d'une racine. Elle présente les faisceaux vasculaires encore isolés, une médulle centrale, large, se

continuant directement dans une ramification A, qui naît sur les parties latérales des faisceaux.

Fig. 5. Lambeau d'une tige macérée, montrant que les vaisseaux sont unis par un tissu formé d'utricules alongées, amincies aux deux bouts, transparentes, résistant à la macération, marquées de ponctuations rares et petites.

Fig. 6. Coupe verticale d'un faisceau de la tige. A, médulle centrale; B, médulle approchant le faisceau, un peu parenchymateuse; C, trachée à spirale écartée; D, D, D, utricules alongées, placées entre les vaisseaux; E, trachée à spirales serrées; F, F, vaisseaux ponctués et rayés tout à la fois; G, vaisseau ponctué, articulé; H, couche semi-transparente entre le bois et l'écorce; I, tissu de l'écorce formé d'utricules assez élargies; J, couche externe de l'écorce formée de tubes alongés; K, couches épidermiques.

Fig. 7. Un vaisseau détaché, paraissant formé de pièces articulées, les unes à ponctuations, les autres à raies; vers le point de réunion des pièces, les ponctuations viennent toucher à la ligne de jonction.

Fig. 8. Un vaisseau semblable, présentant des fentes et des ponctuations plus ou moins longues sur les mêmes pièces.

Fig. 9. Un autre à articles plus courts, présentant les uns des ponctuations, les autres des raies irrégulières et contournées, les autres à raies verticales (parallèles à l'axe du vaisseau).

Fig. 10. Une trachée à spirales écartées qui paraissent soudées ou bifurquées.

Fig. 11. Une trachée à lames rapprochées, bifurquées ou soudées en certains points, dépassant les bords du vaisseau dans la partie déchirée.

Fig. 12. Une trachée à lames plus fréquemment soudées, les lames d'anastomose dépassant le vaisseau inférieurement et supérieurement.

Fig. 13. Une utricule pleine de corps en navettes (fusidies).

Fig. 14 et 15. Fusidies détachées.

Fig. 16. Coupe verticale de la base de la tige et de la racine, montrant que la médulle centrale s'étend dans la racine et qu'elle est ré-

gulièrement circonscrite jusqu'à l'extrémité ; les vaisseaux sont également continus, et les trachées déroulables se trouvent jusque dans les ramifications des racines. A, tubercule radicellaire, formé par la médulle centrale, encore enfermé dans l'écorce, par conséquent créé postérieurement aux racines inférieures, bientôt garni de vaisseaux à sa circonférence ; B, B, ramification de la racine, contenant au centre une médulle succulente, transparente, continue avec celle du corps de la racine ; C, ramification naissant vis-à-vis les faisceaux vasculaires de la racine, lesquels conséquemment séparent la médulle centrale des rameaux de celle du corps de la racine.

Fig. 17. Portion inférieure de la tige et supérieure de la racine dépourvue de son écorce, présentant des groupes de vaisseaux sinueux, irréguliers, ramifiés, soudés en réseau. A, ramification de la racine dont les vaisseaux se continuent avec ceux de la couche extérieure ; les vaisseaux voisins se contournent autour de son origine ; B, base d'une ramification enlevée, montrant que ses vaisseaux se continuent avec ceux de la superficie de la racine et que sa médulle centrale se continue avec celle du corps de la racine.

Fig. 18. Coupe verticale de la tige au point de naissance d'un rameau. A, faisceau qui allait former la feuille ; B, B, vaisseaux constituant la couche fibreuse du rameau, nés autour de la médulle parenchymateuse qui a formé le bourgeon axillaire et se continuant avec la couche fibreuse de la tige ; C, médulle centrale en communication directe avec celle de la tige.

Fig. 19. Portion de tige et origine de deux rameaux dépouillés de leur écorce, montrant les vaisseaux caulinaires sinueux, irréguliers, se réunissant ou se séparant successivement, et les fibres des rameaux se contournant autour du faisceau A, qui formait la feuille, rendant ainsi les fibres caulinaires et les raméales très-serrées entre les rameaux.

Fig. 20. Portion de la tigelle et d'une feuille séminale, dépouillée de l'épiderme pour laisser voir les nervures. *a*, portion de la tigelle ; *b*, portion d'une feuille séminale après la germination ; *c*, *c*, deux faisceaux vasculaires (latéraux), fournissant chacun une ramification pour constituer la nervure médiane *d* du cotylédon, puis formant les deux nervures latérales *e*, *e*.

Planche X.

Daucus Carotta *(Sativa)*.

Fig. 1. Coupe verticale de la racine et de la tige avant son élongation *(collet)*. *a*, système central de la racine, formé 1.° d'un tissu utriculaire jaune, dont les utricules sont généralement arrondies, entièrement pleines de grains de féeule, transparente, salongées dans le voisinage des vaisseaux; 2.° de faisceaux vasculaires très-fins, très-écartés les uns des autres, flexueux, anastomosés; ils laissent supérieurement un centre médullaire libre, transparent, se continuant avec la médulle centrale de la tige; mais bientôt ils se croisent de manière à faire disparaître le canal médullaire; *b*, couche demi-transparente placée entre le système central et le cortical; *c*, système cortical d'une couleur orangée, très épais, présentant des lignes transparentes formées d'utricules alongées dans le sens vertical, fusiformes ou tronquées, et des parties médullaires formées d'utricules arrondies ou alongées transversalement (les vaisseaux propres ne sont pas distincts); *d*, *d*, ramification radiculaire ayant commencé plus ou moins tôt et provenant conséquemment de fibres plus ou moins profondes, entraînant avec elles les faisceaux corticaux et la couche transparente; *e*, partie médullaire constituant la véritable tige, transparente au sommet pour former le bourgeon terminal, circonscrite dans tous les sens par les fibres qui, d'une part, se rendent aux bourgeons et aux feuilles, et d'autre part à la racine, comme tronquée inférieurement, parce que les faisceaux *f*, *f*, qui forment les bourgeons, sont horizontaux, à cause du rapide accroissement et de l'épaisseur des couches cellulaires; la moelle centrale se continue cependant un peu dans la partie centrale et supérieure de la racine; *g*, *g*, fibres des bourgeons fortement courbées en arc dans la partie inférieure de la tige; *i*, bourgeon; *h*, base d'une feuille; *j*, bourgeon terminal entouré par la base engaînante d'une feuille.

Fig. 2. Trachée déroulable, à lames écartées, entières, non anastomosées; ces trachées se rencontrent dans la racine, au centre, jusqu'à l'extrémité; mais plus rarement dans ce dernier point.

Fig. 3. Trachée à lame serrée, simple ou quelquefois anastomosée ; ces trachées se trouvent à la circonférence ou à l'extrémité des racines.

Fig. 4. Portion d'une coupe transversale de la racine (grossie). *a*, système central présentant 1.° des rayons médullaires plus nombreux à la circonférence qu'au centre, formé d'utricules arrondies ; 2.° des portions demi-transparentes, formées d'utricules arrondies ou alongées, et contenant les vaisseaux ; disposées en lignes divergentes, séparées par du tissu utriculaire semblable à celui des rayons ; *b*, couche semi-transparente, placée entre le système cortical et le système central, sinueuse, souvent en partie divisée par les rayons médullaires qui font saillie dans cette couche, de manière qu'ils sont presque en contact avec les prolongements médullaires de l'écorce ; *c*, système cortical présentant des prolongements médullaires et des parties transparentes, en lignes convergentes répondant aux parties semblables du système central. A l'extérieur, en raison de l'extension produite par l'accroissement, les parties transparentes semblent moins régulières : elles s'étendent transversalement, de manière que le tissu utriculaire qui les sépare et elles-mêmes semblent disposés en circonférences peu régulières.

Fig. 5. Morceau de racine dépouillé d'écorce, montrant à la surface les faisceaux vasculaires du système central très-minces, flexueux, anastomosés, interrompant conséquemment les rayons médullaires, s'étendant sur les ramifications radiculaires *a*, *a*, ou entraînés fortement par elles et se courbant jusqu'à leur sommet.

Sambucus laciniata.

Fig. 1. Portion de rameau dépouillé d'écorce au point où naissent deux feuilles opposées. A, faisceau médian d'une feuille ; B, C, faisceaux latéraux ; D, faisceau médian d'une feuille du verticille supérieur, envoyant au point E un cordon très-mince à chaque feuille du verticille inférieur et sans doute aussi aux stipules interfoliaires ; F, G, faisceaux destinés à former les faisceaux latéraux du verticille supérieur ; les faisceaux *a*, *b*, *c*, *d* sont destinés à reformer les faisceaux épanouis en ; *e*, *f*, etc., faisceaux reproduits.

Fig. 2. Faisceaux de la tige placés sur un plan au lieu d'être disposé en cercle; A, faisceau médian d'une feuille; B, C, faisceaux latéraux; D, faisceau médian d'une feuille du verticille supérieur; E, point où le faisceau D fournit un petit cordon aux deux bords voisins des feuilles; il y a donc. par ce faisceau, soudure des faisceaux d'un verticille avec celui du verticille supérieur, et aussi soudure des deux feuilles d'un même verticille; F, G, faisceaux latéraux d'une feuille du verticille supérieur; *e, e, e, e*, etc., etc., faisceaux placés entre ceux du premier verticille et ceux du deuxième, fournissant un rameau qui, au-dessus du point où les faisceaux s'échappent pour former le premier verticille, s'anastomose avec un rameau semblable du faisceau placé de l'autre côté de la fibre épanouie, et constitue la fibre qui va former le troisième verticille. Les mêmes faisceaux réparent d'une manière analogue les fibres épanouies au deuxième verticille et constituent celles du quatrième. Parfois les faisceaux *f, f, f, f*, etc., destinés à former les fibres des feuilles du troisième verticille, au lieu d'être formés par deux cordons venant de deux faisceaux voisins, sont formés par un seul faisceau, lequel naît plus bas que le point d'épanouissement des faisceaux qu'ils remplacent; de sorte qu'alors il y a moins de symétrie dans la disposition et le nombre faisceaux que n'en montre la figure.

Fig. 3. Coupe transversale d'un pétiole, à cinq angles obtus, montrant les faisceaux qui vont former la feuille. *a*, faisceau moyen; *b, b*, premiers faisceaux latéraux; *c, c*, deuxièmes faisceaux latéraux souvent divisés; *d*, couche extérieure subparenchymateuse, blanche, plus épaisse aux angles; *e*, tissu cellulaire, vert extérieurement, surtout entre les angles; *f*, partie centrale, formée de médulle blanche, souvent déchirée, ce qui rend le pétiole fistuleux.

Fig. 4. Rameau ayant porté plus de cinq verticilles, dépouillé d'écorce. *a*, sommet du faisceau médian de la feuille, placé dans une ouverture formée par l'écartement des fibres; *b, c*, faisceaux latéraux placés au milieu d'un semblable écartement; *d*, base du bourgeon dans un pareil écartement des fibres.

Fig. 5. Un rameau un peu plus avancé; les sommets des fibres *a, b, c* placés dans des ouvertures beaucoup plus petites et presque circulaires.

Fig. 6. Le même vu de côté.

Observation. Dans les rameaux d'un petit volume on ne voit qu'une fibre latérale de chaque côté de la feuille et une fibre venant de la médiane du verticille supérieur.

Fig. 7. Coupe transversale d'un rameau, présentant dix angles et dix sillons qui alternent à chaque verticille : les angles correspondant aux faisceaux foliaires du plus prochain verticille, et les sillons correspondant aux faisceaux du deuxième verticille; les angles correspondant aux faisceaux médians sont plus saillants. *a*, couche épidermique; *b*, couche parenchymateuse, blanche, à utricule dont la cavité intérieure, petite en certains points (surtout aux angles saillants), grande en d'autres points, devient plus grande par la dessiccation; *c*, couche verte dans laquelle on voit des points opaques qui peuvent être des faisceaux de vaisseaux corticaux; *d*, couche transparente entre le bois et l'écorce, très-peu visible en automne; *e*, couche ligneuse formée de dix faisceaux, entre lesquels on en voit dix autres moins considérables, paraissant formés chacun de trois parties, de manière à représenter tous les faisceaux de la fig. 2; ces faisceaux sont tellement rapprochés qu'ils forment un cercle continu présentant cependant des lignes rayonnantes: *f*, médulle centrale, blanche, formée d'utricules d'autant moins grandes, moins blanches et plus parenchymateuses, qu'elles approchent plus le cercle vasculaire.

Fig. 8. Coupe transversale d'une portion de la tige (vue au microscope). *a*, couche épidermique; *b*, couche blanche, parenchymateuse; *c*, couche à grandes utricules, pleines de globules verts; *d*, couche transparente, peu marquée, à utricules alongées; *e*, couche vasculaire, formée en grande partie d'utricules très-régulières, présentant au centre une cavité ponctiforme, noirâtre, pleine de petits globules, rarement vide; *f*, vaisseaux rares placés dans la couche parenchymateuse; *g*, *g*, lignes obscures qui semblent des rayons médullaires, séparant les faisceaux parenchymateux, mais qui ne sont formés que par des séries bien régulières d'utricules plus serrées, comme si elles avaient été pressées par le développement des faisceaux voisins; *h*, partie des

faisceaux formée de vaisseaux plus rapprochés, surtout à l'extrémité interne des faisceaux principaux ; *i*, portion interne des faisceaux, formée de tissu parenchymateux ; *j*, médulle centrale, vide, blanche, régulière.

Fig. 9. Utricule de la couche parenchymateuse *e*, fig. 8, soumise à un grossissement plus considérable, et montrant les cavités pleines de globules ou vides.

Fig. 10. Coupe verticale du faisceau représenté fig. 8. *a*, couche épidermique ; *b*, couche externe blanche, subparenchymateuse, formée d'utricules alongées, contenant quelques globules ; *c*, couche d'utricules grandes, pleines de globules verts ; *d*, couche transparente, formée d'utricules alongées ; *e*, *e*, *e*, tissu parenchymateux, formé d'utricules très-alongées, tellement pleines de globules qu'on éprouve les plus grandes difficultés pour apercevoir les vaisseaux ; *f*, *f*, vaisseaux à larges ponctuations ; *g*, trachée à spirale très-serrée ; *h*, trachée à spirale double, lâche ; *i*, trachée à lame simple ; *j*, médulle centrale, dont la partie extérieure est encore un peu parenchymateuse.

Sambucus nigra.

Fig. 1. Rameau de l'année, dépouillé de l'écorce. A, faisceau médian d'une feuille ; B, saillie médullaire formant le bourgeon ; C, C, faisceaux latéraux de la feuille.

Fig. 2. Le même, vu de côté. A, A, faisceaux médians des feuilles ; B, B, saillies médullaires formant les bourgeons ; C, C, faisceaux latéraux ; D, faisceau d'une feuille supérieure, fournissant les faisceaux les plus externes des feuilles du verticille inférieur, et envoyant un petit faisceau à chacune des deux stipules subulées.

Fig. 3. Ecorce du rameau vue par la face interne. A, trou par où sort le faisceau principal ; B, trou par où sort la saillie de la médulle centrale du bourgeon ; C, C, trous par où sortent les faisceaux latéraux. Les fibres corticales s'engagent dans les ouvertures pour former l'écorce du bourgeon ; les fibres supérieures s'écartent pour passer entre les ouvertures que traversent les vaisseaux ligneux.

Observation. Les feuilles supérieures des rameaux sont souvent constituées par trois faisceaux au lieu de cinq : c'est ce que montrent les figures.

Planche XI.

Centranthus ruber.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige (grossie). *a*, couche médullaire de l'écorce ; *b*, couche verte de l'écorce ; *c*, couche transparente entre le système central et le cortical ; *d*, *d'*, *d*, *d*, *d'*, *d*, six faisceaux isolés, entourés de tissu parenchymateux, destinés à former le premier verticille de feuilles ; *d'*, *d'*, faisceaux médians des deux feuilles opposées ; *e*, *e'*, *e*, *e*, *e'*, *e*, six faisceaux alternant avec les précédents, moins épais, mais plus élargis, formés par le rapprochement de trois faisceaux : le central, destiné à former le deuxième verticille ; les latéraux, destinés à remplacer successivement les faisceaux épanouis, *e'*, *e'*, répondant au faisceau médian des deux feuilles opposées ; le cercle vasculaire de la tige est ainsi formé de vingt-quatre faisceaux.

Fig. 2. Portion de la tige, dépouillée d'écorce et montrant les faisceaux vasculaires encore isolés, parce qu'elle n'a encore fourni qu'un petit nombre de feuilles. *a*, faisceau médian de la feuille (*d'* de la fig. 1) ; *b*, *b*, faisceaux latéraux de la feuille (*d*, *d*, de la fig. 1) ; *c*, *c*, faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur (faisceaux centraux de *e'*, *e'*, fig. 1) ; *d*, *d*, faisceaux latéraux de ces feuilles (faisceaux centraux de *e*, *e*, fig. 1) ; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, faisceaux destinés à remplacer les faisceaux épanouis en feuilles (faisceaux latéraux de *e*, *e'*, *e*, fig. 1) ; *f*, *f*, fibres des bourgeons axillaires ; *g*, *g*, rameaux d'anastomoses s'unissant avec un autre rameau pour reformer la fibre épanouie en feuille.

Fig. 3. La même fendue d'un côté, et étalée sur un seul plan pour laisser voir ensemble tous les faisceaux. *a*, *a*, faisceaux centraux de deux feuilles opposées ; *bb*, *bb*, faisceaux latéraux des mêmes feuilles ; *c*, *c*, faisceaux médians des feuilles du verticille supérieur ; *dd*, *dd*, faisceaux latéraux des mêmes feuilles ; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, faisceaux destinés à remplacer les faisceaux épa-

nouis en feuilles; *f, f, f, f, f*, fibres des bourgeons axillaires; A, fibre formée par les anastomoses des cordons réparateurs, remplaçant une fibre du deuxième verticille, et allant s'épanouir au quatrième; B, continuation du faisceau réparateur; C, fibre remplaçant une de celles qui se sont épanouies au premier verticille et allant s'épanouir au troisième.

Fig. 4. Tige dépouillée d'écorce, dont les faisceaux vasculaires ont produit un plus grand nombre de feuilles, de sorte que les fibres sont plus nombreuses et serrées en une couche continue; *a*, *a*, faisceau médian de deux feuilles opposées; *b*, *b*, faisceaux latéraux des mêmes feuilles, se réunissant en arcade et rendant ainsi les feuilles connées; *h*, *h*, faisceaux secondaires sortant de la convexité de l'arcade et constituant un deuxième faisceau latéral pour chaque feuille; au nœud supérieur, on voit *c* former le faisceau médian d'une des feuilles qui sont opposées en croix avec celles du verticille inférieur; *d*, *d*, sont les faisceaux latéraux de cette feuille; ils fournissent une ramification *i*, *i*, qui va s'unir à une portion semblable venant des fibres placées de l'autre côté de la tige, et forment l'arcade de laquelle sortent les deux faisceaux secondaires *k*, *k*; *f*, *f*, sont les fibres du bourgeon axillaire.

Observation. *a*, *a*, et *b*, *b*, au point de leur épanouissement, sont isolés au milieu d'un espace laissé vide par les fibres des feuilles supérieures; au-dessus du point où s'épanouissent les feuilles, *ee*, *ee*, se rapprochent pour remplacer *a*, *a*, *b*, *b* épanouis en feuilles et s'écartent ainsi de *c*, *d*, *d*, qui vont former les feuilles supérieures; de sorte que la base de ces faisceaux est encore isolée, et que dans leur longueur ils sont encore un peu distincts, comme l'étaient *a*, *a*, *b*, *b* au-dessous du nœud. Ainsi à chaque nœud on voit six espaces cellulaires, alongés, au milieu desquels sont les fibres qui vont s'épanouir et un peu plus haut six autres espaces cellulaires, traversés par des faisceaux isolés, qui sont les faisceaux qui formeront le verticille supérieur.

Clematis Vitalba.

Fig. 1. Coupe transversale de la tige. *a*, épiderme recouvrant

une couche mince de tissu formé d'utricules lâches; *b*, couche de tissu parenchymateux blanc, non succulent; *c*, couche de tissu utriculaire lâche, vert; *d*, *d*, *d*, *d*, *d*, *d*, six gros faisceaux vasculaires répondant aux angles de la tige; ils sont formés intérieurement d'une partie parenchymateuse peu épaisse, puis d'une portion vasculaire semi-circulaire, ou en croissant, et à l'extérieur d'une partie parenchymateuse encore transparente; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, six petits faisceaux alternant avec les précédents et correspondant aux faces concaves de la tige, organisés du reste comme les précédents; *f*, tissu utriculaire, lâche, blanc, un peu plus dense et verdâtre vers le cercle vasculaire; *g*, centre vide.

Fig. 2. Portion d'épiderme vue au microscope; formée d'utricules alongées, amincies aux extrémités.

Fig. 3. Un faisceau (*d*, fig. 1) vu au microscope. *a*, couche épidermique; *b*, couche de tissu utriculaire, lâche, plus ou moins épaisse; *c*, couche formée d'utricules parenchymateuses, blanches, denses, peu succulentes, présentant au centre une cavité souvent très-petite, parfois assez large; *d*, couche d'utricules lâches, vertes; *e*, partie parenchymateuse des faisceaux encore transparente, un peu opaque dans la partie qui avoisine les vaisseaux; *f*, portion vasculaire formée de vaisseaux de grandeur variable, dont les plus grands sont placés vers les extrémités du croissant; *g*, portion parenchymateuse interne dans laquelle on voit bien la cavité intérieure des utricules; ce tissu forme d'abord un cercle non interrompu, c'est-à-dire qu'il s'étend de faisceau à faisceau sans être divisé par un tissu lâche; *h*, tissu utriculaire interne, lâche, formant la médulle centrale; ce tissu est presque transparent, mais les parois conservent une certaine épaisseur, et il est très-susceptible de se détruire; *i*, rayon médullaire semblable à la médulle centrale; *j*, portion du rayon médullaire participant de la transparence de la portion *e*, surtout dans le voisinage de la zone verte *d*.

Fig. 4. Ensemble des faisceaux vasculaires dépouillés du tissu utriculaire et disposés sur un seul plan au lieu de former un cercle, les cordons *g*, *g*, et les cordons *h*, *h*, sont continus dans l'état

naturel. *d*, *d'*. *d*, *d*, *d'*, *d*, faisceaux qui forment le premier verticille des feuilles; (faisceaux *d*, *d*, *d*, *d*, *d*, *d*, de la fig. 1); *d'*, *d'*, sont les faisceaux médians; *d*, *d*, *d*, *d*, les faisceaux latéraux; *e*, *e*, *e'*, *e*, *e'*, *e*, (*e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, fig. 1), faisceaux formant les feuilles du second verticille; *f*, *f'*, *f*, points où s'épanouissent les fibres des feuilles du premier verticille; *i*, *i*, *i*, *i*, cordons réparateurs se séparant des fibres du premier verticille vers le point de leur épanouissement et se partageant bientôt en deux branches; *b*, *b*, etc., divisions des cordons *i*, *i*, qui s'anastomosent au-dessus du point d'épanouissement des fibres du premier verticille et constituent les faisceaux du troisième; *a*, *a*, etc., autres divisions des cordons *i*, *i*, etc., s'accolant aux fibres du deuxième verticille, leur donnant plus de volume, de sorte qu'au-dessus du premier verticille les faisceaux du deuxième verticille forment les angles saillants de la tige qui alternent conséquemment avec ceux qui se trouvent au-dessous du premier verticille; arrivés au point d'épanouissement des fibres du deuxième verticille, les cordons réparateurs se comportent comme au premier; ils abandonnent les faisceaux qui vont s'épanouir, formant de chaque côté un cordon isolé qui se bifurque; le rameau interne s'accole avec un rameau correspondant d'un autre cordon et forme au-dessus des fibres du deuxième les faisceaux des feuilles du quatrième; le rameau interne va s'accoler aux fibres du troisième, et ainsi de suite à chaque nœud.

Les bourgeons qui sont placés au-dessus des faisceaux médians envoient leurs fibres sur les cordons qui vont réparer le faisceau épanoui.

Planche XII.

Rubia tinctorum.

Fig. 1. Portion de tige dépouillée d'écorce et garnie d'un verticille composé de six expansions foliacées. A, B, tige contenant six faisceaux foliaires (trois seulement sont vus dans la figure); C, C, C, expansions stipulaires ne présentant pas de bourgeon dans leur aisselle et ne recevant pas de faisceau direct de la tige; E, E, E, trois feuilles alternant avec les stipules, recevant directement leurs faisceaux vasculaires de la tige et garnis de bourgeons axillaires

qui ont produit les rameaux D, D (coupés dans la figure) et D′ qui porte un verticille formé de quatre expansions: *i*, *j*, feuilles du rameau portant à l'aisselle les bourgeons *k*, *l*; *g*, *h*, feuilles stipulaires interposées entre les précédentes; *m*, bourgeon terminal du rameau; *a*, *a*, faisceaux se rendant aux feuilles E E (le troisième est de l'autre côté de la tige), formant au-dessous du verticille une arcade anastomotique *f* de laquelle sort la nervure d'une stipule C (les deux autres arcades sont de l'autre côté de la tige); *b*, faisceau placé entre *a* et *a*, correspondant à la stipule *c* (les deux autres fibres semblables sont de l'autre côté), ne lui fournissant pas de fibre, passant sous l'arcade *f*, se continuant en *e* pour aller former une feuille du deuxième verticille correspondant à une stipule du premier, alternant avec les feuilles de ce premier verticille, et formant enfin, avant de s'épanouir, des arcades stipulaires; *c*, *c*, faisceaux formés par des fibres distinctes ou réunies, placés entre *a* et *b*, reconstituant les faisceaux *a*, *a*, au-dessus des points où ils ont formé les feuilles E, E, et allant former les feuilles du troisième verticille, qui correspondent à celles du premier.

Observation. Les six faisceaux vasculaires forment six côtes sur la surface de la tige. Ces côtes sont interrompues au point d'insertion des verticilles, parce que trois des faisceaux s'épanouissent et que les trois autres passent sous les arcades qui forment les stipules; au-dessus du nœud les faisceaux reparaissent parce que ceux qui se sont épanouis sont reformés par les fibres intercalées entre les faisceaux, et que les autres se dégagent des arcades. Parmi les côtes de la tige, trois sont plus marquées; la tige a donc trois angles saillants et trois faces planes portant au milieu une petite côte; les faisceaux saillants répondent à chaque verticille aux feuilles gemmifères; celles du deuxième étant alternes avec celles du premier, celles du troisième avec celles du deuxième, etc., il en résulte que les angles et les faces de la tige alterneront à chaque nœud.

Fig. 2. Portion de tige dépouillée d'écorce. *a*, *a*, *a*, faisceaux des trois feuilles gemmifères: *b*, *b*, faisceaux répondant aux feuilles stipulaires (le troisième est de l'autre côté de la tige) passant derrière

les arcades qui forment ces dernières, se continuant en *e*, *e*, pour former les feuilles du deuxième verticille et les arcades stipulaires du même verticille; E, E, E, commencement de la nervure des feuilles gemmifères; D, D, D, bourgeons de ces feuilles dont les fibres se placent entre les faisceaux *a* et *b*; *f*, *f*, arcades qui servent à former les faisceaux des feuilles stipulaires; *c*, *c*, *c*, faisceaux formés par les fibres placées entre *a* et *b* qui fournissent à chaque nœud des rameaux, lesquels en s'anastomosant remplacent les fibres épanouies; les faisceaux *c*, *c*, *c*, remplacent *a*, *a*, *a*, et vont former les faisceaux des feuilles gemmifères du troisième verticille.

Aristolochia Clematitis.

Fig. 1. Section transversale d'un pétiole (grossi). *a*, médulle extérieure présentant des parties vertes *c*, *c*, *c*, *c*, vers sa jonction avec la zone centrale; *b*, faisceau médian; *d*, *d*, premiers faisceaux latéraux; *e*, *e*, deuxièmes faisceaux latéraux; *f*, médulle intérieure, blanche.

Le faisceau *b* et les faisceaux *d*, *d*, sont formés par la réunion de fibres provenant de faisceaux divers (voir fig. 2).

Fig. 2. Fibres concourant à la formation d'une feuille (détachées et grossies). *a*, *a*, deux faisceaux correspondant à la partie moyenne de la feuille, se bifurquant au sommet; *c*, faisceau médian de la feuille formé par les branches internes de la bifurcation des faisceaux *a*, *a*; *b*, *b*, faisceaux latéraux s'unissant en arcade avec les branches externes des faisceaux *a*, *a*: de cette arcade sortent les faisceaux latéraux *d*, *d* (fig. 1 *d*, *d*), et les petites fibres *e*, *e* (fig. 1 *e*, *e*).

Fig. 3. Une feuille, un pétiole et une portion de tige dépouillés d'écorce pour laisser voir la distribution des fibres. A, partie inférieure de la tige; *a*, l'un des faisceaux médians (un des faisceaux *a*, fig. 2); *b*, faisceau latéral (*b*, fig. 2); *c*, fibre médiane du pétiole (*c*, fig. 2), formée des branches internes des faisceaux médians; *d*, fibre latérale du pétiole (*d*, fig. 2), formée par l'arcade résultant de l'anastomose du faisceau *b* et de la branche externe du faisceau *a*; *e*, deuxième faisceau latéral (*e*, fig. 2), formé par la même

arcade ; *f*, nervure médiane formée par le prolongement de la fibre médiane *c* ; *k*, prolongement de la fibre latérale *d* et fournissant par son côté interne les nervures principales *g*, *h*, *i* ; *l*, prolongement de la petite fibre *e*, se réunissant à *k* et ne fournissant que de très-petites ramifications.

Observation. On trouve dans cette feuille l'explication de la structure des feuilles *pédiaires* ou pédalinervées, dont la nervure médiane est très-petite, tandis que les nervures latérales, très-développées, produisent presque toutes les ramifications : cela tient au volume relatif des fibres fournies par les faisceaux caulinaires.

Fig. 4. Tracé fictif montrant la disposition des fibres sur la tige; le cercle entier est représenté ouvert et sur un plan. *a*, *a'*, les deux faisceaux répondant à la partie moyenne d'une feuille; *b*, *b'*, les faisceaux latéraux; *c*, fibre médiane du pétiole formé par les branches internes de *a*, *a* ; *d*, *d*, premières fibres latérales du pétiole, naissant de l'arcade formée par les branches internes de *a*, *a* et par les faisceaux *b*, *b* ; *e*, *e*, deuxièmes faisceaux latéraux du pétiole, formés par les mêmes arcades ; *f'*, *f'*, faisceaux placés entre *a'* et *b'* ; *f*, *f*, faisceaux placés entre *a* et *b* ; *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, faisceaux placés à l'opposite de la feuille, entre les deux faisceaux latéraux *b*, *b'*; *l*, bourgeon dont les fibres vont se réunir à l'un des faisceaux *f* et *f'*, plus ou moins bas.

On voit donc qu'au-dessous de la feuille N.o 1 il y a treize faisceaux : deux médians, deux latéraux, deux faisceaux de chaque côté, entre le médian et le latéral correspondant, et cinq à l'opposite de la feuille, entre les latéraux. Au-dessus de cette feuille, le nombre des faisceaux reste le même, parce que tous les faisceaux épanouis sont remplacés ; au-dessous de la feuille 2 il y a encore treize faisceaux ; au-dessous des feuilles 3 et 4 il n'y en a plus que 12 ; au-dessous de la feuille 6 il y en a dix, puis neuf, etc.

Les feuilles conservent toujours le même nombre de fibres, et généralement il reste deux faisceaux entre le médian et le latéral correspondant ; de sorte que ce sont les faisceaux à l'opposite de la feuille qui diminuent ; cependant, au-dessus de la feuille 6, d'un côté on ne trouve qu'un faisceau entre un médian et le latéral correspondant.

La manière dont les fibres épanouies sont remplacées est variable; quelquefois les deux faisceaux voisins fournissent une branche qui, en s'unissant, reforme la fibre épanouie, comme *f*, *k* remplacent *b*; d'autres fois la branche de remplacement est fournie par un seul des faisceaux voisins, comme *b'* est remplacé par *g*; les deux faisceaux médians ne sont pas remplacés tous les deux; quelquefois aucun n'est remplacé; il arrive fréquemment que les faisceaux les plus voisins des faisceaux latéraux fournissent plus de branches qu'il n'en faut pour remplacer le faisceau voisin qui s'est épanoui: ainsi *g* fournit quelquefois trois branches, l'une continuant *g*, l'autre remplaçant, soit seule, soit avec une branche d'un des faisceaux *f'*, la fibre *b'*, la troisième servant à compléter le nombre des faisceaux qui serait incomplet, puisque toutes les fibres épanouies n'ont pas été directement remplacées.

Il y a donc peu de régularité dans la disposition des faisceaux.

On peut dire cependant que les feuilles de l'*A. Clematitis* ont en général la symétrie des feuilles alternes, c'est-à-dire que chaque feuille est le plus à l'opposite possible de la feuille qui la précède ou la suit, parce que les feuilles, primitivement opposées, ne sont devenues alternes que par l'avortement d'un ou plusieurs faisceaux. Ainsi, la deuxième feuille est presqu'à l'opposite de la première, la troisième à l'opposite de la deuxième, et les faisceaux médians des feuilles de cette plante sont doublés, parce les rameaux d'anastomose qui doivent les constituer, au lieu de se souder immédiatement, ne se soudent qu'au moment de l'épanouissement.

Fig. 5. Coupe transversale d'une tige (grossie). *a*, angle saillant, blanc, répondant aux faisceaux vasculaires; *b*, zone verte; *c*, zone blanche; *d*, zone verdâtre; *e*, partie transparente d'un faisceau; *f*, partie vasculaire; *g*, médulle centrale blanche.

Fig. 6. Une portion de la coupe précédente vue à une très-forte loupe. *a*, angle saillant blanc, formé d'un tissu subtransparent, parenchymateux, mais dont les utricules ont une cavité assez grande; *b*, zone verte, à utricules pleines de chlorophylle; *c*, zone blanche subtransparente, parenchymateuse, dont les utricules ont une cavité assez grande et se nuancent avec la zone suivante; *d*, zone verdâtre,

médullaire ; *e*, portion transparente du faisceau, à utricules parenchymateuses, mais à cavité déjà bien formée ; *f*, partie vasculaire ; *g*, médulle centrale. Cette tige est observée en automne.

Aristolochia Sipho.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de tige, âgée de plusieurs années (diamètre quadruplé). *a*, couche épidermique crevassée ; *b*, couche de médulle blanche, semi-transparente, mais à utricules larges et non parenchymateuses ; *b'*, couche blanche, mais non transparente ; *c*, zone verte, formée d'utricules larges, pleines de chlorophylle ; *d*, deuxième zone verte, séparée de la précédente par un tissu utriculaire verdâtre (ces deux couches sont donc fort peu distinctes) ; *e*, partie parenchymateuse, blanche, transparente, élargie en travers, mais non confluente avec les parties voisines, analogues aux parties parenchymateuses de l'écorce du *Menispermum* ; *f*, zone blanche, demi-transparente, dans laquelle sont des parties opaques placées vis-à-vis les rayons médullaires (prolongements médullaires de l'écorce) ; *g*, zone transparente séparant le système cortical du système central, et produisant les nouvelles parties ; *h*, rayon médullaire primitif ; *i*, rayon médullaire secondaire ; *j*, vaisseaux formant des couches peu distinctes ; *h*, médulle centrale.

Fig. 2. Portion d'un rameau présentant le point d'insertion d'une feuille. *a*, base du rameau ; *b*, partie supérieure ; *c*, renflement de la partie du rameau placée au-dessus de la feuille ; *d*, renflement causé par un des faisceaux latéraux de la feuille : *e, f, f*, cicatrice causée par la chute de la feuille, présentant vers *e* l'extrémité du faisceau vasculaire médian, vers *f*, *f*, l'extrémité des faisceaux latéraux ; *g, h, i*, trois bourgeons, coniques, dirigés horizontalement, le supérieur le plus gros, l'inférieur le plus petit, tout couvert de poils roussâtres, ainsi que la surface ovalaire au milieu de laquelle ils sont implantés.

Fig. 3. Portion de rameau dépouillé d'écorce. *a*, faisceau médian d'une feuille ; *b*, faisceau latéral se courbant en arcade vers la base de la feuille ; *c*, petit rameau donné au faisceau latéral par le faisceau médian ; *d*, bourgeon supérieur dont les fibres vont s'unir aux fibres caulinaires.

Observation. Les faisceaux foliaires sont difficiles à voir, parce qu'ils ne sont pas volumineux, et parce que les faisceaux forment promptement une couche continue; le faisceau médian paraît cependant double comme dans l'*A. Clematitis;* l'arcade qui unit chaque faisceau médian au latéral correspondant est difficile à voir, parce que le rameau d'anastomose ne s'échappe que dans le pétiole lui-même.

Fig. 4. Coupe transversale du pétiole. Il est tout-à-fait arrondi; mais il présente cinq faisceaux comme dans l'*A. Clematitis*, et les cinq faisceaux sont rangés de la même manière, c'est-à-dire que les deux petits faisceaux sont placés de côté comme les faisceaux latéraux principaux.

Fig. 5. Une feuille (grandeur réduite). Cette feuille a la même conformation que celle de l'*A. Clematitis*, c'est-à-dire que le pétiole fournit trois nervures, une moyenne, deux latérales dénudées à leur base; mais les latérales ne sont dénudées que dans une très-petite étendue; les nervures ne paraissent pas pédiaires, parce que la division la plus externe de la nervure latérale est la plus petite et que la plus interne est la plus grosse et semble ainsi une division de la nervure médiane qui fournit les ramifications en-dehors, tandis que dans l'*Arist. Clematitis* le rameau le plus externe est le plus volumineux, et semble la continuation du faisceau latéral, qui fournit ses ramifications en-dedans.

Planche XIII.

Æsculus Hippocastanum.

Fig. 1. Jeune rameau dépouillé de son écorce, montrant les fibres ligneuses d'une des deux feuilles d'un verticille, jusqu'au point où elles traversent l'écorce et les fibres des feuilles de l'étage supérieur se plaçant entre les précédentes.

Fig. 2. Le même, fendu verticalement, montrant le faisceau médian de deux feuilles opposées. Du côté droit les fibres du deuxième verticille paraissent plus intérieures parce qu'elles se placent à côté de celles de la feuille inférieure dans une partie plus

enfoncée ; celles du côté gauche sont cachées par les fibres de la feuille inférieure à côté desquelles elles passent.

Fig. 3. Un rameau dépouillé de son écorce, ayant déjà produit plus de deux feuilles. Les fibres forment une couche continue ; elles s'écartent et forment des ouvertures arrondies aux points où s'échappent les fibres de la première feuille; les ouvertures latérales sont au nombre de trois de chaque côté, et placées plus haut que celle de la nervure médiane; au-dessus de celle-ci est le trou qui correspond à la base du bourgeon.

Fig. 4. Le même, vu de côté. Il montre les ouvertures des fibres qui forment l'un des côtés des deux feuilles opposées, l'ouverture d'un faisceau médian et les ouvertures des deux bourgeons; l'une de celles-ci est plus petite, le bourgeon étant avorté.

Fig. 5. Un rameau dépouillé d'écorce. La partie inférieure appartient à une pousse de deux ans; la partie supérieure à celle qui vient de se développer. Le point de jonction est renflé; au-dessous de la partie renflée sont les trous des fibres de deux dernières feuilles du rameau ancien et de deux bourgeons; au-dessus sont les trous des fibres des premières écailles du bourgeon.

Fig. 6. Le même, fendu verticalement. A, médulle centrale du rameau de deux ans; B, portion de médulle ancienne ; elle est roussâtre et sépare la médulle du rameau ancien de la médulle du rameau nouveau C ; D, fibres du bourgeon de deux années ; E, fibres courtes se rendant aux écailles du bourgeon ; F, fibres de la pousse nouvelle recouvrant inférieurement celles de l'année antérieure ; G, origine d'un bourgeon latéral.

Fig. 7. Portion de rameau de deux ans, présentant la cicatrice laissée par la chute d'une feuille; dans cette cicatrice, les sept points par lesquels sortent les sept faisceaux foliaires ; au-dessus, un bourgeon latéral qui va commencer à entrer en végétation.

Fig. 8. Bourgeon terminal, fendu verticalement. A, partie médullaire; B, base du pétiole d'une des deux dernières feuilles ; C, D, I, rudiments des feuilles devenant de plus en plus petits ; E, les fibres naissant toujours à la périphérie, dans la partie transparente de la médulle FFF, tendant à se relever à l'extrémité par l'effet de

la croissance terminale, et tendant, par conséquent, à s'échapper hors la périphérie de la tige; G, médulle centrale du bourgeon, verte, encore dépourvue de fibres, se terminant par un petit mamelon transparent dans lequel n'existe encore aucune séparation entre la médulle centrale et la médulle corticale.

Fig. 9. Un rameau (grossi), fendu verticalement pour montrer l'origine des bourgeons latéraux. *c*, faisceau foliaire, se portant dans le pétiole *f*; *e*, écorce accompagnant le faisceau foliaire qui forme le pétiole; *d*, zone transparente, séparant le faisceau foliaire de l'écorce et l'accompagnant aussi dans le pétiole; *a*, lame corticale séparant la base du pétiole de la tige contre laquelle est appliqué le pli médullaire entraîné par le faisceau foliaire; il n'est point encore séparé de l'écorce par du tissu transparent; il est continu au centre avec la médulle *b*, et va former le bourgeon *g* au-dessus de la base épaisse du pétiole.

Fig. 10. Le même rameau, un peu plus avancé. Une couche transparente commence à se former en-dehors de la médulle centrale du bourgeon, de manière à la séparer des faisceaux corticaux contre lesquels elle est appliquée en-dedans; sa base tient à la médulle centrale, mais elle laisse voir facilement les faisceaux fibreux passant sur ses côtés.

Fig. 11. Le même, plus avancé. La couche transparente est tout-à-fait formée entre la médulle centrale du bourgeon et l'écorce.

Fig. 12. Coupe verticale d'un rameau pour montrer l'origine de deux bourgeons latéraux qui commencent à se développer. *a*, médulle centrale du bourgeon, s'étendant jusqu'au premier cercle vasculaire du rameau, mais ne paraissant pas communiquer avec le centre, parce qu'elle va toujours en se rétrécissant et qu'à sa base elle n'a pas le caractère médullaire : elle reste dense; elle est engagée dans les fibres ligneuses, parce que celles-ci appartiennent à des feuilles supérieures qui ont été formées après ces bourgeons; *b*, *b*, *b*, faisceaux fibreux du bourgeon, qui se rendent aux appendices foliacés en s'échappant comme ceux du bourgeon terminal (fig. 8). En-dehors des faisceaux est la zone transparente qui se continue avec celle de la tige.

Syringa vulgaris.

Rameau de l'année, coupé verticalement pour montrer l'origine des bourgeons : elle est la même que dans l'*Æsculus ;* mais le pétiole étant canaliculé et la base mince, le pli médullaire est plus sensible et la base du bourgeon paraît reposer sur le faisceau fibreux qui s'échappe pour former la feuille. La partie de la couche corticale qui s'étend entre le point où sort le faisceau foliaire et celui où naît le bourgeon est extrêmement courte et à peine visible.

Richardia scabra.

a, partie de la tige ; *b*, *b*, base de deux rameaux axillaires ; *c*, continuation de la tige ou rameau terminal ; *d*, *d*, deux feuilles opposées ; *e*, stipule interfoliacée à cinq ou même sept pointes, connée avec les feuilles.

Phyllis Nobla.

Fig. 1. Feuilles et tige. *a*, *a*, tige ; *b*, *b*, deux feuilles opposées, vues par la face inférieure ; *c*, stipule interfoliacée, souvent garnie de deux dents latérales : la figure montre un trait fictif qui indique la direction des vaisseaux des feuilles et de la stipule ; *d*, base du pétiole d'une feuille inférieure ; *e*, *e*, les deux stipules interfoliacées ; *f*, *f*, bases de deux feuilles du verticille inférieur au verticille *d*, et correspondant à celles du verticille *b*, *b* ; *g*, stipule interfoliacée, parfois bifide.

Observation. Un grand nombre de tiges ont les feuilles ternées.

Fig. 2. Portion de tige dépouillée d'écorce et grossie. *a*, *a*, tige ; *b*, *b*, faisceaux foliaires qui vont former le pétiole, fournissant un filet très-fin qui, se joignant à celui de l'autre pétiole, forme une arcade de la convexité de laquelle naissent une fibre très-ténue, *c*, qui pénètre dans la stipule et d'autres fibres *i*, *i*, extrêmement fines qui se reportent dans la feuille ; *d*, faisceau d'une feuille d'un verticille inférieur ; *d'*, *d'*, nervures extrêmement fines, partant de l'arcade formée par *d* et les faisceaux voisins, et allant se rendre à la feuille *d* ; *e*, *e*, nervures fines partant aussi de l'arcade se rendant aux sti-

pules interfoliacées; *h*, *h*, et *h'*, *h'*, gros faisceaux longitudinaux placés dans les intervalles des fibres foliaires servant à reconstituer les fibres épanouies en feuilles par des rameaux qui s'anastomosent au-dessus du point d'épanouissement.

ASPERULA TAURINA.

Fig. 1. Tige dépouillée d'écorce. *a*, *a*, tige présentant des faisceaux soudés parce que la végétation de la plante est presque terminée; *b*, *b*, feuilles gemmifères dont les faisceaux fournissent de chaque côté un rameau pour former l'arcade *f*, de la convexité de laquelle naissent le faisceau médian de la feuille stipulaire, deux fibres pour les nervures latérales de cette même feuille, et de chaque côté une fibre qui forme une nervure latérale de la feuille gemmifère correspondante, de manière que cette arcade fournit cinq nervures.

Fig. 2. Tige grossie, dépouillée d'écorce, représentant de face le faisceau de la feuille gemmifère. *a*, faisceau de la feuille gemmifère fournissant les deux cordons *b*, *b*, qui vont concourir à former les deux arcades et dont chacun présente l'origine du faisceau médian de la feuille stipulaire correspondante, d'une nervure latérale de cette feuille, et d'une nervure latérale de la feuille gemmifère; *c*, base du bourgeon au-dessus duquel les fibres supérieures s'écartent de chaque côté.

ASPERULA ODORATA.

Fig. 1. *a*, *a*, tige dépouillée d'écorce, arrondie d'une manière générale, mais ayant quatre côtés saillants répondant aux feuilles gemmifères des verticilles pairs et impairs; *b*, *b*, feuilles gemmifères formées par un faisceau qui fournit de chaque côté un rameau pour constituer l'arcade *f*, de la convexité de laquelle sortent trois faisceaux pour former trois stipules; *c*, *c*, *c*, stipules placées d'un côté de la tige; *c'*, *c'*, *c'*, stipules placées de l'autre côté de la tige, entre *b*, *b*; *d*, *d*, base des rameaux axillaires.

OBSERVATION. Dans l'ordre régulier, les verticilles sont formés de huit expansions foliacées; mais dans les rameaux les verticilles sont

de sept ou six feuilles par l'avortement de l'une ou des deux feuilles stipulaires médianes, alors la symétrie rentre dans celle du *Galium glaucum*. Il arrive aussi qu'un seul des deux rameaux axillaires se développe.

Planche XIV.

Galium glaucum.

Fig. 1. Un verticille. *a*, *a*, tige; *b*, *b*, feuilles gemmifères; *c*, *c*, *c*, *c*, feuilles stipulaires placées deux à deux entre les feuilles gemmifères; *d*, base d'un rameau axillaire très-développé; *d'*, un rameau axillaire entier, mais peu développé.

Fig. 2. Tige (grossie) dépouillée d'écorce. *a*, *a*, tige arroudie d'une manière générale, mais présentant quatre côtes, I et I, répondant aux feuilles gemmifères des verticilles pairs et à l'intervalle des stipules des verticilles impairs, 2 et 2 répondant aux feuilles gemmifères des verticilles impairs et à l'intervalle des stipules des verticilles pairs; *b*, *b*, faisceaux vasculaires des feuilles gemmifères du premier verticille, fournissant de chaque côté un rameau qui forme avec celui de l'autre feuille l'arcade *f*, de laquelle sortent les nervures des deux feuilles stipulaires *c*, *c*; *d*, *d*, base des rameaux axillaires; *g*, faisceau vasculaire d'une feuille gemmifère du deuxième verticille; *h*, *h*, les deux rameaux qui vont former l'arcade stipulaire; *e*, *e*, les deux feuilles stipulaires de *g*, qui sont placées l'une et l'autre à côté de la stipule correspondante de la feuille gemmifère opposée et forme ainsi une paire (*c*, *c* et *c*, *c*, placés entre *b*, *b*, fig. 1.)

Nota. Presque toujours l'un des rameaux axillaires est plus petit que l'autre; très-fréquemment, au lieu de deux feuilles stipulaires dans un des espaces interfoliacés, il y en a trois, une se développant entre les deux autres; de sorte que le verticille est composé de sept feuilles au lieu de six, et les deux rameaux axillaires paraissent un peu plus rapprochés d'un côté; alors l'angle des feuilles gemmifères du verticille supérieur correspond à la feuille stipulaire médiane; les feuilles sont toujours au nombre de six dans les verticilles des rameaux.

POPULUS ANGULATA.

Tracé fictif montrant les fibres produisant des feuilles alternes, dont les faisceaux réparateurs sont accolés aux fibres mêmes qu'ils doivent remplacer, de manière qu'il n'y a qu'un nombre de faisceaux vasculaires égal au nombre de feuilles qui entrent dans la spirale. 1, fibre médiane de la première feuille; 2, fibre médiane de la deuxième feuille, etc.; 6, fibre médiane de la sixième feuille répondant à la première, etc.

APOCYNUM HYPERICIFOLIUM.

Tige privée d'écorce, à feuilles opposées; les feuilles 1, 2, 3, sont sur la même ligne et croisent les feuilles 4, 4, 5, 5, etc.; les faisceaux épanouis sont remplacés par des fibres qui se placent au-dessus d'eux et qui sont constituées par des fibres réparatrices placées entre les faisceaux foliaires, de sorte que la tige présente quatre séries de faisceaux foliaires larges, minces, blancs, et des fibres intercalaires qui deviennent de plus en plus nombreuses à la partie inférieure de la tige où sont réunies les fibres qui ont formé un plus grand nombre de feuilles.

Les feuilles de la base sont quelquefois, mais rarement, alternes; cela a lieu seulement parce que les deux faisceaux opposés *ne s'épanouissent pas à la même hauteur*, mais il n'y a pas de changement dans la disposition des faisceaux.

LUNARIA REDIVIVA.

Fig. 1. Faisceaux vasculaires de l'extrémité d'une tige dont les feuilles inférieures sont opposées, les feuilles supérieures alternes: ces faisceaux sont établis sur un seul plan. *a*, A, *a*, *a*, A, *a*, les faisceaux d'une paire de feuilles opposées; *b*, B, *b*, *b*, B, *b*, les faisceaux de la paire supérieure, ne paraissant pas croiser exactement la paire inférieure, bien que les nervures médianes B, B, de la paire supérieure naissent régulièrement entre les deux nervures latérales *a*, *a*, et *a*, *a*, des deux feuilles inférieures: cette disposition tient à ce que les nervures se contournent un peu en spirale; *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, sont les faisceaux réparateurs placés entre les faisceaux foliaires; E,

faisceau latéral de la feuille 3′ se soudant avec le faisceau qui remplace un des faisceaux latéraux de la feuille 3 et par conséquent avec ceux qui remplaçaient la nervure médiane de la feuille 2, qui sont intermédiaires; par conséquent E ne fait plus qu'un faisceau avec *e*, *f*, *g*, *h*, et le faisceau qui aurait été formé par *g*, *h*, et aurait remplacé le faisceau latéral de la feuille 3. Conséquemment, le nombre des faisceaux, qui était au nombre de 24 divisible par 6, est réduit au nombre de 20 divisible par 5.

La feuille 3′, ainsi rapprochée de la feuille 3, puisqu'elle a un faisceau latéral commun, s'épanouira plus tard, puisque le faisceau commun ne peut servir à deux feuilles que successivement; ainsi les feuilles deviendront alternes.

Observation. Les faisceaux de la tige du *Lunaria* ne sont pas tout-à-fait aussi réguliers que nous les représentons, 1.° parce que les fibres qui les composent ne sont pas unies; alors il y a quelquefois autant d'espace entre elles qu'il y en a entre les faisceaux voisins, et les faisceaux ne se distinguent plus nettement; 2.° parce que les deux branches qui doivent réparer les faisceaux foliaires ne s'unissent pas régulièrement, quelquefois elles ne se rejoignent que très-haut; 3.° parce que les faisceaux réparateurs ne se continuent pas régulièrement; tantôt la branche de continuation se séparant de la branche qui répare la première feuille plus ou moins au-dessus, plus ou moins au-dessous du point d'épanouissement de cette feuille.

Fig. 2. Tracé fictif montrant comment les feuilles deviennent alternes, et comment alors les faisceaux deviennent alternativement médians.

Les feuilles inférieures *a*, A, *a*, *a*, A, *a*, sont opposées, formées chacune de trois faisceaux séparés, et formant le verticille I I′; entre eux sont des faisceaux, soit uniques comme dans le *Clematis*, soit au nombre de trois comme dans le *Lunaria*, le *Sambucus*, le *Centranthus;* les filets médians *b*, B, *b*, *b*, B, *b*, sont les faisceaux du verticille I I, I I′; les filets latéraux *c*, *c*, *c*, *c*, etc., sont les fibres réparatrices des faisceaux épanouis. Au-dessus du verticille I I, I I′, les feuilles deviennent alternes, parce que K, l'un des faisceaux

latéraux de la deuxième feuille du verticille I I I, I I I', se confond avec *l*, faisceau composé de trois filets qui se trouve entre K et l'un des faisceaux de la première feuille du verticille I I I, I I I', faisceau qui se confond aussi avec le filet qui devrait remplacer ce faisceau latéral de la première feuille des verticilles I I I, I I I'.

Il résulte de là que cinq filets se réunissent en un pour former le faisceau latéral *m*, de manière que le nombre de faisceaux est de 20 au lieu de 24. Alors on a la symétrie quinaire, et les faisceaux 1, 2, 3, 4, 5, deviennent forcément médians chacun leur tour, parce que chaque feuille est obligée d'empiéter sur la feuille qui l'a précédée, afin d'avoir le nombre des faisceaux nécessaires, les faisceaux médians s'épanouissant dans le même ordre que dans le *C. Pepo*, de manière que la sixième feuille répond à la première. Les faisceaux réparateurs E, F, G, H, I, restent formés des mêmes éléments et sont rectilignes.

Planche XV.

Apium graveolens.

Fig. 1. Coupe transversale de la partie inférieure de la tige. *a*, couche épidermique; *b*, *b*, *b*, *b*, etc., cordons blancs, transparents, recouverts seulement par la couche épidermique, correspondant aux grosses côtes de la tige, marqués souvent d'un point opaque vers le bord interne, formés d'utricules parenchymateuses, dont les intérieures sont presque complètement oblitérées, les extérieures un peu moins; *c*, *c*, cordons semblables aux précédents, correspondant aux côtes secondaires; *d*, couche d'utricules lâches, hexagones, dont les extérieures sont vertes; *e*, *e*, etc., faisceaux vasculaires principaux, répondant aux grosses côtes, dépassant intérieurement le cercle parenchymateux qui contient les autres faisceaux; *f*, faisceaux semblables aux précédents, répondant aux côtes secondaires; *g*, *g*, faisceaux très-petits, interposés entre les précédents, composés de peu de vaisseaux, ne dépassant pas intérieurement le cercle parenchymateux; vis-à-vis ces faisceaux tertiaires se forment souvent de petits faisceaux parenchymateux placés, comme ceux qui répondent aux faisceaux principaux, contre la couche épidermique;

h, h, cercle parenchymateux, régnant entre les faisceaux vasculaires, formé d'utricules à parois épaisses, un peu jaunâtres et dont la cavité n'est plus qu'une ponctuation très-petite; *i*, médulle centrale, formée de tissu aréolaire, lâche, hexagonal, détruit au centre, contenant, à la partie inférieure de la tige, des faisceaux, *j*, arrondis et vasculaires, qui, le plus souvent, sont placés vis-à-vis les faisceaux primitifs, dont ils pourraient être une dépendance, comme la partie parenchymateuse interne des faisceaux du *Pepo;* ils contiennent des vaisseaux plus tard que les faisceaux du cercle extérieur.

Fig. 2. Portion de la coupe transversale de la tige (vue au microscope). *a*, couche épidermique, très-mince sur le dos des côtes; *b*, cordon parenchymateux de l'écorce, présentant un point opaque vers le bord interne; *d*, couche médullaire de l'écorce; *e*, un faisceau vasculaire principal, dépassant en-dedans le cercle parenchymateux *h*, formé de vaisseaux allant en grandissant du dedans au-dehors, présentant des intervalles *e'*, sans vaisseaux, dans lequel le tissu n'offre pas une ponctuation centrale régulière, comme dans le cercle parenchymateux *h; k*, extrémité du faisceau encore transparente, formée d'un tissu dans lequel on ne discerne pas encore d'utricules, surtout dans la partie externe; la partie interne présente quelques parties opaques; mais on n'y distingue pas encore de vaisseaux; *g, g*, faisceaux secondaires; *j*, faisceau vasculaire placé dans la médulle centrale.

Fig. 3. Portion de tige fendue verticalement, dont le tissu utriculaire est détruit par macération. *a*, un faisceau foliaire; *b*, base du rameau axillaire; *c*, plexus formé par l'anastomose des fibres au point d'épanouissement de la feuille.

Observation. Toutes les fibres se soudent de diverses manières et forment ainsi un diaphragme incomplet qui est complété par la moëlle, de sorte que la cavité de la tige est interrompue par une cloison de feuille en feuille ou d'article en article. Dans le *Fœniculum*, la cloison vasculaire est plus complète, les faisceaux passant entièrement d'un côté à l'autre; dans le *Pepo*, la cloison vasculaire est encore moins complète, parce qu'il y a peu de ramifications qui

la constituent. Il résulte de la disposition que prennent les fibres à chaque nœud, que tous les faisceaux semblent concourir à la formation d'une feuille. La partie inférieure des plexus reçoit les faisceaux placés dans la médulle centrale ; la partie supérieure donne naissance à d'autres faisceaux centraux. Le mode d'origine et de terminaison de ces faisceaux est donc semblable à celui des autres.

Fig. 4. Tige dépouillée d'écorce et de tissu utriculaire, fendue d'un côté et étalée sur un plan. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, faisceaux foliaires, variant quelquefois en nombre, correspondant aux grosses côtes de la tige, s'épanouissant aux points *o*, *o*, etc., pour former la première feuille qui reçoit en outre de plus petits faisceaux placés entre les premiers (fig. 1); I, base du rameau axillaire, envoyant ses fibres sur chaque faisceau foliaire aux points *o*, *o*, de sorte que le rameau paraît naître par un grand nombre de racines; 9', 10', 11', 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, faisceaux foliaires de la deuxième feuille; 2, base du rameau axilliaire de la deuxième feuille, se comportant comme celui de la première, etc. On voit que la deuxième feuille empiète sur la première; les faisceaux 9', 10', 11', correspondant aux faisceaux 8, 9, 10, 11 de la première feuille; 9', 10', 11', remplaçant 8, 9, 10, 11, le nombre des fibres diminue.

19, fibre restant intermédiaire entre les deux premières feuilles, et concourant à former une feuille supérieure, donnant cependant de petits cordons aux feuilles inférieures (fig. 3).

En examinant l'ensemble des feuilles 1, 2, 3, 4, 5, 6 (fig. 4), on voit :

Que le nombre des faisceaux reçus par les feuilles va en diminuant ;

Que le nombre des faisceaux de la tige va en diminuant aussi par la soudure de plusieurs faisceaux entre eux ;

Que le nombre des fibres laissées libres entre deux feuilles est plus ou moins considérable ;

Que la feuille supérieure empiète sur l'inférieure d'un nombre de fibres plus ou moins considérable; l'empiètement des feuilles

va presque jusqu'au faisceau médian de la feuille inférieure. Le faisceau médian de la feuille supérieure est parfois un des faisceaux latéraux de la feuille inférieure; les feuilles successives ne sont dono pas le plus possible à l'opposite; il y a donc une multitude d'irrégularités dans ces feuilles alternes. On observe cependant que le faisceau médian de la sixième feuille correspond à celui de la première.

Les feuilles inférieures se touchent presque, la deuxième naissant à peu près à la même hauteur que la première, mais les suivantes deviennent de plus en plus écartées l'une de l'autre (la fig. 4 représente les feuilles supérieures plus rapprochées qu'elles ne le sont naturellement).

Fig. 5. Tracé fictif représentant une tige à vingt côtes; deux feuilles inférieures très-rapprochées, ne laissant qu'une fibre libre entre elles, la supérieure *b* empiétant d'un côté sur *a*, la spirale tournant de droite à gauche, eto.

Fig. 6. Tracé fictif représentant une tige à dix-huit côtes, la spirale tournant de gauche à droite, les feuilles inférieures *a*, *b* recevant moins de faisceaux, n'empiétant pas l'une sur l'autre; les supérieures *c*, *d*, *e* s'écartant, recevant plus de faisceaux, empiétant l'une sur l'autre; les feuilles qui suivent *e* ont encore un nombre de faisceaux qui va croissant, de sorte que les feuilles reçoivent des cordons vasculaires de presque toute la circonférence de la tige; mais ensuite le nombre des faisceaux que chaque feuille reçoit diminue; elles finissent par ne plus en obtenir que de la moitié de la circonférence; elles sont très-rapprochées et presqu'à l'opposite, de manière qu'elles paraissent opposées. Le nombre des faisceaux de la tige va en diminuant.

Helianthus tuberosus.

Faisceaux corticaux de la partie supérieure d'une tige dépouillée d'épiderme, plus visibles que les faisceaux centraux auxquels ils correspondent, et dont ils ne font que la partie extérieure. Cette plante a cela de remarquable que les feuilles inférieures sont opposées, les supérieures alternes; 1, 2, 3, 4, 5, 6, faisceaux médians

des feuilles dans l'ordre de leur évolution ; 1', 1', 2', 2', 3', 3', 4', 4', 5', 5', 6', 6', faisceaux latéraux de chacune de ces feuilles, qui ont ainsi trois faisceaux ; la sixième feuille correspond à peu près à la première, mais cela n'est pas tout-à-fait constant ; la correspondance d'ailleurs n'est pas exacte, cela doit tenir à ce que les feuilles supérieures sont produites par le développement latéral des faisceaux auxquels ils correspondent, et à ce que les portions latérales se séparent plus bas du faisceau primitif.

En suivant le faisceau médian d'une feuille, je suis souvent descendu jusqu'à la quatorzième ou quinzième feuille ; là, il passait immédiatement près du bourgeon d'une feuille ; ainsi le faisceau A, par exemple, s'en allait former la quatorzième feuille au-dessus du bourgeon de la feuille 2 près duquel il passe, et on pouvait encore le suivre six ou sept feuilles au-dessous de cette feuille 2 jusqu'à ce qu'il disparût par sa ténuité ou qu'il se joignît à un faisceau plus considérable.

Les faisceaux peuvent se détacher des faisceaux primitifs plus bas les uns que les autres ; de plus, les cordons réparateurs ne s'unissent pas immédiatement et constamment au-dessus de l'épanouissement des faisceaux foliaires ; ces deux circonstances déterminent l'irrégularité qu'on remarque dans le nombre des faisceaux caulinaires de l'*Helianthus.*

Planche XVI.

Aloe fruticosa.

Fig. 1. Coupe transversale d'une racine (diamètre huit fois plus grand que nature). A, couche épidermique ; B, médulle extérieure, à utricules hexagonales alongées ; C, cercle vasculaire primitif, toujours apparent dès l'origine de la racine, naissant dans un cercle parenchymateux, à utricules excessivement minces et gorgées de sucs, formant une couche colorée, présentant des parties transparentes aux points où vont se former les premiers groupes de vaisseaux ; D, centre encore succulent, transparent.

Fig. 2. Racine plus avancée. A, couche épidermique ; B, médulle corticale ; C, cercle vasculaire primitif placé dans une zone paren-

chymateuse déjà formée de processus en partie distincts, correspondant à chaque faisceau vasculaire, séparés en-dedans et au-dehors par du tissu devenu médullaire, renfermant déjà la série de vaisseaux qui succèdent à ceux du cercle vasculaire primitif; D, centre à cellules plus distinctes.

Fig. 3. Racine encore plus avancée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle vasculaire primitif, dont les processus parenchymateux internes sont plus développés et contiennent des vaisseaux plus nombreux, plus grands, à parois plus fermes et ligneuses; D, partie centrale à utricules très-marquées et contenant déjà quelques faisceaux E, E, isolés, arrondis, parenchymateux, pourvus d'un vaisseau central.

Fig. 4. Racine complètement développée. A, couche épidermique; B, médulle externe; C, cercle vasculaire primitif dont les processus parenchymateux contiennent des séries de vaisseaux bien formés et solides, devenant plus grand à mesure qu'ils sont plus internes; les processus sont séparés à l'intérieur et à l'extérieur par du tissu médullaire, de sorte que, à l'extérieur, ils forment des saillies régulières, dont le sommet est formé par chaque vaisseau primitif et est uni à la médulle externe par une couche à utricules presque transparentes; D, partie centrale, cellulaire, ferme, presque ligneuse, toute remplie de faisceaux parenchymateux, percés d'un grand vaisseau au centre, quelquefois soudés deux à deux, de manière à former un faisceau alongé, percé de deux vaisseaux, quelquefois soudés avec les faisceaux primitifs, de sorte que ceux-ci deviennent plus alongés.

Fig. 5. Portion de racine (diamètre quadruplé) dépouillée de la médulle externe pour montrer les saillies régulières formées par les faisceaux primitifs, longitudinales, simples, toujours séparées.

Fig. 6. Extrémité d'une racine, fendue verticalement (vue à une forte loupe). A, couche épidermique très-mince et peu apparente à l'extrémité; B, médulle corticale d'un tissu très-tenu contre les vaisseaux, comme transparent, de sorte qu'en ce point elle se détache par dessiccation pour laisser libre les saillies des processus

vasculaires (voir la fig. 5) ; C, C, C, premiers vaisseaux formés dans le cercle externe, accompagnés d'utricules alongées, très-ponctuées; ils sont multiples dans la partie inférieure, solitaires ensuite, et s'évanouissant avant d'atteindre l'extrémité de la racine; D, centre médullaire parenchymateux, jaunâtre à l'extrémité, présentant des parties plus transparentes *d*, *d*, dans lesquels se formeront les faisceaux fibreux internes.

Fig. 7. Faisceau primitif au moment de son développement (vu au microscope). Il est formé d'une trachée d'un diamètre très-petit, placée en-dehors, contre la médulle corticale; d'un autre vaisseau à raies transversales, imitant des fentes souvent parallèles, quelquefois dérangées ou confondues, devenant transparentes et peu visibles à l'extrémité du vaisseau, qui semble se terminer en cône; enfin d'un troisième accolé contre la partie inférieure du précédent, au côté interne et contre le tissu transparent dans lequel vont se former d'antres vaisseaux (voir la fig. 4.)

Fig. 8. Un faisceau externe, entièrement formé, fendu verticalement (vu au microscope). A, médulle corticale formée d'utricules très-minces, irrégulièrement hexagonales, alongées, marquées de ponctuations transparentes; B, utricules touchant les vaisseaux, alongées, tubuleuses, ponctuées; C, vaisseaux au nombre de six à sept; le premier est une trachée très-petite; les suivans sont des vaisseaux rayés augmentant de diamètre en s'approchant du centre; D, partie interne du faisceau formée de tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué.

Fig. 9. Coupe transversale d'un faisceau central devenu ligneux (vue au microscope). A, tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué, se nuançant avec le tissu de la médulle centrale, à méats inter-utriculaires assez grands, présentant des parties opaques, d'autres plus transparentes et des espèces de lames, comme si les utricules étaient liées entre elles par un tissu irrégulier, informe, solidifié; B, un vaisseau semblable aux vaisseaux internes des faisceaux qui forment le cercle externe, mais d'un diamètre beaucoup plus grand; B', deux vaisseaux semblables accolés.

Arundo Donax.

Fig. 1. Partie du rhizome et base d'un chaume dont le tissu utriculaire est détruit par macération prolongée. A, A, rhizome formé de fibres longitudinales, distribuées sans ordre, simples, ou fournissant des rameaux qui s'anastomosent avec les fibres voisines; *a*, fibre profonde, fournissant une branche transversale qui se dirige vers le côté de la circonférence dont elle est la plus éloignée; *b, b*, fibres profondes, se courbant en-dehors pour aller s'épanouir en écailles ou feuilles rudimentaires, croisant ainsi les autres fibres et donnant un rameau qui continue chaque fibre en ligne directe vers la partie supérieure; *c*, fibre extérieure fournissant aussi un rameau pour la feuille rudimentaire et se continuant vers l'extrémité du rhizome; *d*, fibres tout-à-fait externes, accolées entre elles, de manière à former une couche mince, fournissant des fibrilles aux écailles et se prolongeant ensuite; B, racine formée de fibres parallèles, fines, se créant successivement à l'intérieur, n'ayant de connexion qu'avec la couche extérieure *d;* C, chaume, différent du rhizome parce qu'il est fistuleux et garni de diaphragmes; *e*, point d'entrecroisement des fibres du chaume avec les nombreuses ramifications qui forment primitivement un bourgeon volumineux, qui s'alonge et continue le rhizome; *f, f*, fibres constituant les parois du chaume, parallèles, serrées; *g, h*, diaphragme formé par l'anastomose des ramifications que donnent les fibres pour former les feuilles et les bourgeons, traversant la couche formée par les fibres longitudinales; *i, i*, fibres longitudinales constituant le deuxième article ou mérithalle, formées par le prolongement des fibres du premier mérithalle et naissant aussi du plexus *g, h*; *j, k*, deuxième plexus; *l, l*, fibres longitudinales du troisième mérithalle; *o, m, n*, troisième plexus, envoyant les ramifications les plus nombreuses du côté *o*, à l'opposite de *k ; m*, une des fibres superficielles, fines, serrées, mais non soudées comme dans le rhizome, donnant une branche aux feuilles et se continuant pour aller à la feuille supérieure, où elle se divisera de même; *n*, fibre profonde plus volumineuse, fournissant aussi un rameau pour la feuille et se continuant.

Fig. 2. Portion de feuille (grossie). *a, a, a,* grosses nervures transparentes, formées par les faisceaux qui viennent de la partie interne de la tige; *b, b, b, b, b, b, b,* nervures formées par les fibres superficielles, petites, transparentes, parallèles, placées entre les grosses, souvent au nombre de quatre entre chaque paire de grosses nervures, mais quelquefois au nombre de 5, de 3 ou même de 2; *c, c, c,* etc., parenchyme vert placé contre les nervures; *d, d, d,* etc., lignes vertes, moins foncées, placées au milieu de chaque partie parenchymateuse qui se trouve entre les nervures, et portant le plus grand nombre des stomates.

Fig. 3. Vaisseaux composant les nervures, très-petits, très-serrés, à fentes ou pores très-peu apparents et difficiles à apprécier.

Iris germanica.

Fig. 1. Tubercule radicellaire au moment où il sort du rhizome (diamètre triplé). *a,* tissu utriculaire de la partie centrale du rhizome formé d'utricules alongées; *b,* faisceau vasculaire du rhizome; *c,* cercle parenchymateux, transparent, placé en-dehors des vaisseaux; *d,* médulle extérieure, à utricules hexagonales; *e,* couche épidermique; *f,* extrémité du tubercule, transparente, couverte d'un épiderme distinct de celui du rhizome, en contact avec une partie de la médulle externe du rhizome qu'a percé le tubercule radicellaire; *g,* médulle externe du tubercule radicellaire, un peu opaque, se continuant avec la partie interne de la médulle externe du rhizome; *h,* partie centrale, transparente, dans laquelle se sont formés les faisceaux vasculaires, et se continuant avec la partie parenchymateuse *c; i,* base du tubercule radicellaire, un peu opaque, souvent séparé de la couche *b* par le tissu parenchymateux *c.*

Fig. 2. Le même plus développé (vu au microscope). *a,* tissu de la partie centrale du rhizome; *b,* faisceau de vaisseaux ponctués et rayés; *c,* tissu parenchymateux extérieur aux vaisseaux; *d,* médulle externe; *e,* épiderme; *f,* épiderme de la racine; *g,* médulle externe de la racine; *h, h,* faisceaux vasculaires de la racine, formés de vaisseaux rayés et ponctués, naissant par un em-

patement radiciforme formé de pièces courtes, contournées, fasciculées, séparées ou réunies de diverses manières et s'accolant ou s'anastomosant avec le faisceau *b*.

Fig 3. Section verticale d'une portion de l'extrémité supérieure du rhizome qui est redressée et garnie de feuilles. *a*, *a*, zone vasculaire; *b*, *b*, médulle externe ou corticale; *c*, médulle interne; *d*, base d'une feuille montrant une fibre encore transparente, provenant de la zone vasculaire; *e*, bourgeon axillaire terminé par plusieurs rudiments de feuilles, présentant des faisceaux vasculaires encore transparents unis aux faisceaux vasculaires du rhizome, et une médulle centrale circonscrite par une zone transparente et traversée par des lignes transparentes, irrégulières et interrompues, qui sont des fibres diversement coupées.

Planche XVII.

Yucca aloifolia.

Fig. 1. Coupe verticale d'une tige (grandeur naturelle). *a*, *a*, *a*, débris de l'épiderme et de la médulle corticale détruits par la macération; *b*, *b*, fibres extérieures serrées, pressées, anastomosées en réseau à mailles très étroites (voir fig. 3), constituant la zone extérieure qui semble formée de couches superposées, mais unies entre elles par de nombreux vaisseaux qui passent de l'une à l'autre; *c*, fibres centrales, semblant *toutes* naître des fibres extérieures, décrire un arc de cercle et s'épanouir en traversant la zone dense placée à l'extérieur, comme aux points *d*, *d*; mais, en réalité, recevant non seulement des fibrilles de l'extérieur, mais des différents points de leur étendue, et fournissant des rameaux non seulement de leur extrémité qui traversent la zone dense, mais de leur partie centrale (voir fig. 2).

Fig. 2. Un faisceau vasculaire de la tige (un peu grossi). A, corps général du faisceau décrivant un arc de cercle provenant inférieurement de la partie extérieure du tronc, se portant ensuite vers le centre, se recourbant enfin en-dehors pour s'épanouir en feuille; il est formé par les fibres suivantes: *a'*, fibrilles extérieures naissant de la médulle externe ou fournies à l'extérieur et dans

la zone compacte par les fibres qui s'épanouissent en feuilles; *b*, fibres qui proviennent des faisceaux foliaires avant leur passage dans la zone compacte; *c*, *c*, fibres produites par les fibres centrales; *f*, fibres fournies supérieurement par le faisceau A et allant se joindre à une fibre principale *g*; *e*, *e*, fibres principales formées directement par la fibre A; *i*, *i*, fibres naissant de A encore plus haut que les précédentes; *h*, *h*, *h*, fibrilles tout-à-fait extérieures, naissant près du point d'épanouissement de la fibre A, qui est quelquefois bifurquée à son extrémité; *d*, réseau extérieur, dense et serré, formé par les dernières ramifications des faisceaux vasculaires et concourant à former les nouveaux faisceaux; B, faisceau vasculaire croisant le faisceau A; C, faisceau croisé par A.

Fig. 3. Portion du réseau formé par les fibres extérieures, se divisant, se ramifiant, s'anastomosant et formant des couches qui semblent distinctes, mais qui s'anastomosent entre elles comme les fibres elles-mêmes, les soudures des fibrilles se faisant dans tous les sens.

Fig. 4. Coupe transversale d'une jeune racine (diamètre seize fois plus grand). *a*, couche épidermique rougeâtre; *b*, médulle extérieure à utricules hexagonales; *c*, partie interne de la médulle plus dense; *d*, un des faisceaux vasculaires extérieurs formé de vaisseaux d'une ténuité extrême, et ne se présentant que comme une zone de points obscurs; ces faisceaux extérieurs forment un cercle régulier et sont placés dans une zone transparente parenchymateuse séparant la zone *c* de la partie centrale; *e*, faisceau central, présentant un vaisseau plus grand que ceux des faisceaux extérieurs, mais à parois d'une très-grande ténuité.

Observation. Dans un âge plus avancé, cette racine n'a point changé de diamètre; mais la partie centrale est devenue dure et solide, pleine de faisceaux vasculaires; les vaisseaux centraux sont plus apparents; ceux de l'extérieur sont plus grands, mais en séries moins régulières et moins apparentes, parce qu'ils se confondent avec les utricules de la zone parenchymateuse, dont le plus grand nombre devient vide; les utricules placées entre les faisceaux vasculaires restent cependant parenchymateuses.

Fig. 5. Coupe verticale d'un faisceau (vue au microscope). *a*, couche épidermique; *b*, médulle externe; *d*, un vaisseau ponctué très-petit; *f*, un vaisseau ponctué plus gros; *c*, *e*, *g*, tissu parenchymateux formé d'utricules alongées, serrées, ponctuées comme les vaisseaux, et rendant ces derniers difficiles à apercevoir.

PANDANUS ODORATISSIMUS.

Fig. 1. Section transversale d'une portion de racine. *a*, couche épidermique; *b*, médulle externe formée d'utricules hexagonales assez lâches et contenant une quantité de faisceaux parenchymateux *c*, *c*, distants, se séparant par la macération, sans vaisseaux, formés d'utricules alongées, à parois jaunâtres épaisses, avec une très-petite ponctuation au centre; *d*, *d'*, faisceaux parenchymateux extérieurs, serrés, séparés les uns des autres par une ligne noirâtre qui n'existe pas dans les jeunes racines; tous ces faisceaux semblent constituer un cercle parenchymateux continu, régulier; les faisceaux *d* contiennent des séries de vaisseaux dont les extérieurs sont très-petits, les intérieurs de plus en plus grands: les faisceaux *d'*, qui alternent avec les précédents, ne contiennent qu'un point noirâtre situé à l'extérieur et annonçant la formation des vaisseaux.

Fig. 2. Une petite portion de la coupe précédente, plus grossie. Les mêmes lettres pour les mêmes objets.

Fig. 3. Coupe verticale d'un faisceau central. *a*, *a*, tissu médullaire entourant le faisceau; *b*, *b*, tissu parenchymateux formé de tubes alongés, serrés, criblés de ponctuations, de manière à rendre les vaisseaux difficiles à apercevoir; *c*, vaisseau rayé et ponctué.

Fig. 4. Fusidies contenues dans le tissu utriculaire.

Fig. 5. Globuline du tissu utriculaire de la racine.

Fig. 6. Une fibre du centre, fournissant et recevant dans la partie centrale des ramifications aussi grosses que celles qui se portent en dehors pour former les feuilles; elle paraît ainsi se continuer toujours au centre, fournir des divisions pour les feuilles, mais ne jamais s'épanouir elle-même.

Planche XVIII.

Pandanus odoratissimus (suite).

Fig. 7. A, corps principal d'une grosse fibre, parcourant la tige en spirale, formée par les fibres *a*, *c* plus ou moins centrales, par les fibrilles *b*, *b* qui naissent des fibres inférieures au moment où elles s'épanouissent, fournissant à son tour des fibres, *d*, *f*, *f* plus ou moins centrales, et des fibrilles assez grosses *e*, *e*, au point d'épanouissement.

Fig. 8. Section longitudinale de la partie supérieure du stipes : ce stipes est formé d'une masse inextricable de fibres assez grosses et tendres, divisées, anastomosées, entrecroisées de mille manières, à peu près du même diamètre dans toutes les régions, de sorte qu'elles ne forment ni une couche distincte de fibrilles à l'extérieur, ni une zone compacte apparente; c'est à peine si elles sont un peu plus serrées vers l'extérieur : toutes ces fibres sont fort obliques, décrivant une spirale fort courte autour de la tige, de sorte que dans la section verticale on voit, sur l'un des bords, *a*, toutes fibres qui s'enfoncent en montant, tandis qu'au bord *b*, toutes les extrémités des fibres coupées semblent sortir de la tige; elles sont disposées ainsi sur plusieurs plans concentriques, de telle façon qu'en dedans du bord dans lequel les fibres plongent, on voit souvent un plan de fibres sortantes, et à l'autre bord on voit l'inverse, les tours de la spirale étant très-rapprochés, la section verticale coupe les fibres en portions peu étendues.

Fig. 9. Coupe longitudinale de la partie inférieure du même stipes, très-étroite à sa base, allant en s'élargissant supérieurement, parce que le nombre de fibres est allé en augmentant. *a*, *a*, racines sortant, plus ou moins haut, du stipes, fendues aussi longitudinalement, formées des fibres parallèles, serrées et comme agglutinées, sans anastomoses, ni divisions, ni entrecroisement; primitivement, ces racines naissaient de la surface extérieure des fibres les plus externes; mais dans l'âge avancé du stipes figuré elles présentent supérieurement une extrémité conique, qui s'enfonce dans la tige et dont les fibres sont entrecroisées avec les faisceaux caulinaires; cela tient

à ce qu'il s'est formé des fibres à l'extérieur de la tige après l'époque de la naissance des racines.

Planche XIX.

DRACÆNA DRACO.

Fig. 1. Coupe transversale d'une très-jeune racine (diamètre huit fois plus grand). A, couche épidermique formée d'utricules épaisses, roussâtres; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs très-petits, placés dans un cercle parenchymateux, à cellules presque invisibles; D, centre encore transparent.

Fig. 2. Coupe d'une racine plus âgée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs placés dans des faisceaux parenchymateux, transparents, distincts, parce que entre chaque groupe vasculaire des lignes du tissu qui composaient le cercle transparent sont à l'état médulleux; D, partie centrale cessant d'être transparente, devenant médulleuse.

Fig. 3. Coupe d'une racine encore plus âgée. A, couche épidermique; B, médulle extérieure; C, cercle des vaisseaux primitifs, accompagnés de nouveaux vaisseaux formés dans la partie interne des faisceaux parenchymateux, à parois encore excessivement minces, presque transparentes; D, médulle centrale, aréolaire, contenant un faisceau parenchymateux E, au centre duquel est un vaisseau.

Fig. 4. Coupe d'une racine presque parvenue au terme de son accroissement. A, couche épidermique; B, médulle externe; C, cercle de faisceaux vasculaires, contenant outre les vaisseaux primitifs des vaisseaux à parois solides et bien déterminées, augmentant de diamètre et plus écartés les uns des autres à mesure qu'ils deviennent plus internes; D, médulle centrale toute remplie de faisceaux parenchymateux, arrondis, contenant un vaisseau au centre; quelques-uns de ces faisceaux, comme E, sont formés par deux faisceaux et contiennent deux vaisseaux; d'autres, comme F, sont soudés avec les faisceaux du cercle externe qui alors paraissent plus alongés.

Fig. 5. Coupe verticale d'une racine comprenant l'origine d'une ramification (diamètre quatre fois plus grand). A, couche épider-

mique ; A', médulle externe ; B, faisceau vasculaire ; C, médulle centrale ; D, couche épidermique de la ramification, faisant un petit repli au point où elle rencontre celle de la racine ; D', médulle externe, se continuant avec celle du tronc de la racine ; E, faisceaux parenchymateux, formant un cercle qui circonscrit la médulle centrale, et contenant des vaisseaux dont les premiers sont extérieurs et se continuent manifestement sur les premiers faisceaux du tronc de la racine ; F, médulle centrale, devant contenir plus tard des faisceaux secondaires qui, à leur origine, s'entrecroisent parfois un peu avec les faisceaux du tronc de la racine ; non parce qu'il s'est formé des fibres à l'extérieur de celui-ci, mais parce que les faisceaux secondaires pénètrent jusque dans l'intervalle des fibres primitives.

Fig. 5 *bis*. Coupe longitudinale de l'extrémité d'une racine. A, couche épidermique ; B, médulle externe dont l'extrémité *b* est presque transparente ; C, premier groupe vasculaire, composé de plusieurs vaisseaux dans la partie inférieure, n'en présentant plus, en haut, qu'un seul qui paraît s'être formé en-dedans des premiers et les dépasser ; D, partie parenchymateuse et transparente des faisceaux vasculaires ; E, premiers vaisseaux vasculaires qui naissent dans la médulle centrale ; F, médulle centrale présentant une extrémité *f* opaque, parenchymateuse, et quelques lignes transparentes *f'* dans lesquelles doivent se former des faisceaux vasculaires centraux.

Fig. 6. Coupe transversale au point où naît une ramification (diamètre huit fois plus grand). A, couche épidermique ; B, médulle externe ; C, faisceaux vasculaires formant le cercle extérieur ; D, faisceau central simple ; E, deux faisceaux centraux, soudés ; F, couche épidermique de la ramification ; G, médulle externe ; H, faisceau vasculaire ; I, médulle centrale ; J, noyau médullaire se continuant avec les faisceaux extérieurs du tronc de la racine ; il a été formé quand les faisceaux vasculaires primitifs de la ramification se sont portés en-dehors.

Fig. 7. Même coupe (diamètre seize fois plus grand).

Fig. 8. Coupe verticale (vue au microscope) d'un faisceau cen-

tral (voir fig 3, E, fig. 6-7, D). A, A, tissu formé d'utricules lâches, subhexagonales, placées entre les faisceaux; B, B, tissu utriculaire alongé, tubuleux, ponctué; C, vaisseau central, d'un grand diamètre, marqué de plusieurs rangs de raies, souvent régulièrement disposées, parfois confusément placées; D, D, traces obscures déterminées par les débris du tissu qui unissait le vaisseau aux utricules tubuleuses, et faisant paraître le vaisseau central comme s'il était formé d'un cercle de vaisseaux accolés et entourant une lacune; mais les parois paraissent sans interruption dans d'autres points.

Fig. 9. Coupe verticale d'un faisceau du cercle extérieur. *a*, médulle externe; *b*, vaisseaux extrêmement petits, touchant immédiatement à la médulle extérieure : l'externe est une trachée, mais à lame très-serrée, paraissant un peu se dérouler à l'extrémité; l'interne est rayé; *c*, tissu parenchymateux à utricules fusiformes; *d*, vaisseau rayé assez grand; *e*, vaisseau poreux encore plus grand.

Planche XX.

Petit Palmier à fibres noires, de la collection de Paris.

Fig. 1. Coupe verticale et horizontale de la tige. *a*, *a*, médulle extérieure et couche épidermique; *b*, *b*, couche peu épaisse, formée par l'extrémité amincie des faisceaux qui vont s'épanouir et par des fibres très-fines fournies par l'extrémité de ces faisceaux avant qu'ils s'épanouissent en feuilles; *c*, *c*, cercle formé par des faisceaux noirs, durs, très-serrés, constituant le cercle le plus dense de la tige; *e*, *e*, faisceaux centraux, à vaisseaux plus grands, à tissu parenchymateux pâle; *f*, *f*, tissu aréolaire lâche, dans lequel sont disséminés les vaisseaux centraux; *d*, *d*, fibrilles naissant des gros faisceaux, abondantes au centre, se rencontrant moins dans la partie la plus dure; *g*, *g*, faisceaux venant du centre, s'épanouissant en feuilles et fournissant à leur extrémité de nombreuses fibrilles; *h*, faisceau qui n'a point encore atteint la couche extérieure, et dont la partie supérieure amincie est dans la couche fibreuse externe, où elle fournit des fibrilles; *i*, un faisceau qui va s'épanouir et qui fournit une ramification.

Fig. 2. *a*, un faisceau du centre, pâle, entouré de tissu lâche, fournissant des fibrilles, *b*, *b*, *b*, et recevant des fibrilles *c*.

Fig. 3. *a*, un faisceau s'épanouissant, croisant les fibres *b* du cercle dense, s'amincissant à l'extrémité, fournissant des fibrilles et quelquefois une ramification plus épaisse, en sortant du cercle dense.

Fig. 4. Fibre extérieure, commençant par une extrémité mince, blanchâtre, devenant promptement plus épaisse et noire : elle paraît naître du point d'épanouissement d'une autre fibre, et tend à se porter vers le centre.

Fig. 5. A, portion de la médulle externe vue par la face interne. *a*, fibrille formant les ramifications *a'*, *a'*, qui se plongent dans la médulle externe; *b*, *b*, autres fibrilles qui se plongent dans la médulle externe; *c*, fibrille qui en sort.

Fig. 6. A, portion de la médulle externe vue dans le sens de son épaisseur; *a*, fibrille paraissant adhérer à la médulle et s'en détacher ensuite; *b*, fibrille qui semble traverser la médulle de dedans en dehors pour s'épanouir; *c*, fibrille qui se porte en-dedans, comme si elle était formée par la fibrille *b* avant son épanouissement; *d*, fibrille placée dans l'épaisseur de la médulle externe et se dirigeant de bas en haut et de dedans en dehors; *e*, fibrille placée dans la médulle et se dirigeant en sens inverse. La médulle paraît ainsi recevoir des fibrilles qui vont s'épanouir et en fournir d'autres qui viennent des fibres qui s'épanouissent ou de la médulle elle-même.

Fig. 7. Coupe transversale d'un faisceau central. A, partie extérieure du faisceau formé d'utricules alongées, parenchymateuses, à cavités d'autant moins grandes qu'elles sont plus voisines des vaisseaux; B, vide qui se fait par déchirure du tissu transparent placé entre le vaisseau et le tissu précédent; C, deux gros vaisseaux rayés ou ponctués, car les raies ne font pas le tour du vaisseau (voir fig. 6), seulement ce sont des ponctuations alongées; D, amas de vaisseaux annulaires et spiraux entremêlés de tissu utriculaire, alongé, ponctué; E, tissu utriculaire hexagonal, lâche, placé entre les faisceaux.

Fig. 8. Coupe d'un autre faisceau central. Dans cette figure et les suivantes les mêmes lettres indiquent les mêmes parties. La déchirure en B n'est pas complète, il y a union cellulaire entre la partie vasculaire, la partie parenchymateuse et un vaisseau annulaire D', développé, au-delà du vaisseau rayé.

Fig. 9. Coupe d'un faisceau plus extérieur, la partie parenchymateuse enveloppant davantage les vaisseaux, formée d'utricules presqu'entièrement comblées, rousses ou partiellement noires.

Fig. 10. Un faisceau encore plus extérieur, les utricules parenchymateuses comblées, noires, et entourant presque complètement la partie vasculaire; la partie qui se trouve entre les vaisseaux et le tissu parenchymateux plus pâle et plus tendre, mais non déchirée.

Fig. 11. Un vaisseau semblable, les utricules toutes comblées et entourant tout-à-fait la partie vasculaire.

Fig. 12. Une coupe verticale du faisceau (fig 7). A, A, tissu médullaire lâche, placé entre les faisceaux; B, tissu utriculaire alongé, parenchymateux; C, vide formé par la séparation de la partie parenchymateuse et de la partie vasculaire; c', c', c', c', tissu utriculaire alongé, ponctué, placé entre les vaisseaux; D, grands vaisseaux à ponctuations alongées; E, vaisseau annulaire semblable aux trachées, mais plus large, à lames plus serrées, plus étroites, quelquefois anastomosées; F, trachée dont les lames présentent des lignes opaques irrégulières, et dont les spires sont séparées par des intervalles transparents; G, trachée moins complètement formée dont la spirale est moins visible.

Fig. 13. Portion du tissu parenchymateux, formée d'utricules alongées séparées par des méats assez marqués. Les parois de ces utricules sont très-épaisses, surtout dans les internes, dont la cavité est presque oblitérée.

Fig. 14. Portion du tissu utriculaire entremêlé aux vaisseaux, ferme, dur, solide, surtout près des vaisseaux, parce que là les uricules sont petites, nombreuses, comprimées.

Planche XXI.

Palmier à fibres rouges, du commerce de Paris.

Fig. 1. Coupe verticale et horisontale de la a tige. *a, a,* médulle externe et couche épidermique; *b, b,* couche formée par l'extrémité des fibres qui s'épanonissent comme *g, h,* par les rameaux qu'elles fonrnissent avant de percer l'épiderme, et par les fibrilles naissant de la médulle externe; quelques-unes sont assez grosses, les plus nombreuses sont capillaires; les unes se plongent dans la médnlle externe, quelquefois à peu de distance du point de leur origine; les autres se réunissent, se partagent, reçoivent encore de nouvelles branches, et forment des fibres qui deviennent de plus en plus grosses, et qui s'épanouissent immédiatement ou sont repoussées en-dedans par les fibres qui se forment après elles; *c, c,* couche très-dense formée par les faisceanx de la couche précédente qui deviennent de plus en plus internes, très-durs, très-épais, d'un rouge foncé, croisés par les faisceaux qui viennent du centre; tous ces faisceaux produisent encore quelques ramifications et sont tellement pressés à cause de leur entrecroisement, que lorsqu'on les sépare, on voit qu'ils sont aplatis et qu'ils portent les empreintes les uns des autres; *e, e,* faisceanx centraux, à vaisseaux plus grands, à parenchyme moins coloré, devenant de plus en plus écartés, et séparés par des intervalles aréolaires plus grands, se courbant ensuite et croisant les faisceaux externes pour aller s'épanouir en fenilles. Ces faisceaux sont formés par cenx de la couche précédente, qui sont devenus de plus en plus internes, et par les rameanx produits par les fibres même les plus serrées, mais notamment par celles qui se conrbent pour s'échapper de la tige; les fibres sont en général spiralées, de sorte que dans une coupe verticale elles paraissent entrer dans la tige par une extrémité, et par l'autre en sortir. Elles sont tellement entrecroisées et anastomosées que le stipes d'un palmier ne peut être fendu comme les troncs des Dicotylédonés. *f, f,* tissu aréolaire an milieu duquel sont dispersés les faisceaux centraux; *g,* faisceau venant du centre,

croisant les faisceaux extérieurs et s'épanouissant en feuille ; *h*, faisceau central qui n'a pas atteint son point d'épanouissement et dont la partie supérieure est dans la couche fibreuse externe, où elle fournit des fibrilles ; *i*, un faisceau qui va s'épanouir et qui fournit une ramification.

Fig. 2. *a*, fibrilles qui sortent de la portion *b* de la couche médullaire externe et rentrent dans la portion *c* ; *d*, fibrilles assez grosses sortant de la portion *e* de la couche externe, tout-à-fait contre le point d'épanouissement de la grosse fibre *k* qui vient du centre, et paraissant en quelque sorte continue avec sa substance ; *f*, *f*, *f*, etc., fibrilles qui se joignent à la fibrille *d* et en augmentent le volume ; *g*, *g*, *g*, fibrilles qui se séparent de *d* à différentes hauteurs ; *h*, fibre assez grosse formée par *d* et se rendant dans la couche extérieure en *i* ; *j*, *l*, fibres semblables à *h* qui s'épanouiront plus haut.

Fig. 3. *a*, *a*, fibrilles très-fines, s'unissant successivement de manière à former une fibre d'un diamètre un peu plus gros, et fournissant en même temps des fibrilles d'anastomoses *b*, *b*.

Fig. 4. Suite de la précédente. *c*, base de la fibre encore très-ténue ; *d*, *e*, nouvelles fibres se joignant à la fibre principale ; *f*, partie supérieure de la fibre d'un volume déjà considérable.

Fig. 5. Suite de la précédente. *g*, corps de la fibre conservant ou augmentant son diamètre et devenant de plus en plus interne, allant quelquefois jusqu'au centre de la tige, d'autres fois ne s'avançant que jusqu'à la zone compacte, se recourbant au sommet pour s'épanouir, fournissant un rameau *h* qui continue la fibre, un rameau d'anastomose *i*, puis enfin se divisant en deux branches, *j*, *j*, qui s'amincissent au sommet pour percer la médulle externe *k*.

Fig. 6. *a*, portion supérieure d'une autre fibre, qui se courbe en *c* pour s'épanouir, après avoir donné seulement un rameau d'anastomose *b*.

Fig. 7. Une autre fibre *a*, recourbée en *b* pour s'épanouir après avoir donné seulement quelques fibrilles, *c*, *c*.

Fig. 8. Portion du tronc montrant les points d'épanouissement des fibres foliaires qui font éruption dans toute la circonférence,

parce que les feuilles sont amplexicaules. La partie médiane *a* de la feuille est un peu saillante, et présente un plus grand nombre d'ouvertures, parce que cette partie reçoit plus de faisceaux vasculaires; les points *b*, par où sortent les fibres, présentent des cavités peu profondes supérieurement, mais approfondies dans la partie inférieure, dans laquelle on voit l'extrémité des fibres sortant obliquement de bas en haut, et de dedans en dehors; la ligne *c* un peu enfoncée indique le point d'adhérence de la page supérieure de la feuille; elle fait le tour du tronc et se trouve plus élevée à la partie moyenne de la feuille.

ÉTUDES SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE DES VÉGÉTAUX.

TABLE DES MATIÈRES.

MÉMOIRE SUR LES PODURES;

Par l'abbé Bourlet, membre correspondant.

Malgré les progrès qu'a faits l'entomologie depuis un siècle, toutes les parties de cette vaste science n'ont pas été également explorées, ni également approfondies. Si la connaissance des insectes les plus remarquables laisse désormais peu à désirer, il en est d'autres en apparence moins intéressants, dont l'étude ne paraît pas avoir été aussi suivie. C'est de quoi j'eus occasion de me convaincre en observant les Podures. Dès mes premiers pas dans l'étude de ces insectes, je remarquai que les caractères qui en ont été tracés ne s'accordaient pas toujours avec mes observations. Cette remarque m'engagea à multiplier mes recherches ; je fis quelques expériences qui ne furent pas sans succès, et j'arrivai enfin à cette conclusion, que les Podures n'ont été jusqu'à ce jour qu'imparfaitement connues, et que leur histoire exigeait, pour être au niveau des autres parties de l'entomologie, une étude spéciale plus approfondie. Cette tâche eût sans doute réclamé, pour être bien remplie, un observateur plus expérimenté; j'osai toutefois l'entreprendre, et, dans l'espoir que mes travaux ne seraient pas inutiles aux progrès de la science, j'ai cru devoir en consigner les résultats dans un mémoire. Ce mémoire est-il de nature à remplir une lacune dans la science des insectes ? C'est du moins le but que je me suis proposé. Pour l'atteindre, je me suis attaché à recueillir des faits; j'ai vérifié ces faits avec le plus grand soin : j'ai tâché d'en saisir les rapports, et je les ai coordonnés d'après ces rapports,

de manière à former un tableau où chaque objet vienne prendre sa place dans le rang que la nature lui a marqué. Ce tableau est sans doute loin d'être achevé. Outre les défauts qui auront pu se glisser dans mon travail, il est indubitable qu'il reste encore des espèces à connaître ; des découvertes sont encore à faire, principalement en ce qui concerne la génération, l'organisation et les mœurs de ces insectes. Aussi n'ai-je pas abandonné l'étude des Podures. Ces animaux, en apparence si chétifs, mais qui ne laissent pas d'être intéressants aux yeux de l'observateur, obtiendront encore pendant quelque temps une place distinguée dans l'emploi de mes loisirs.

Caractères généraux des Podures.

C'est à Linné que les Podures doivent leur nom, qui signifie *pied-queue*. Ces insectes sont en effet pourvus d'une queue qui leur sert comme de pied pour s'élever et sauter.

Les Podures sont des insectes aptères, hexapodes, au corps mou, oblong, cylindrique, distinctement articulé, dont la longueur varie depuis un jusqu'à six millimètres, à tête distincte, munis d'une queue fourchue logée dans une rainure sous le ventre, et ne subissant pas de métamorphose complète, mais la plupart seulement une mue, ou changement de peau. Leur corps oblong et articulé les distingue des Sminthures, dont le corps est globuleux et non distinctement articulé. Elles forment le premier genre de la seconde famille des Thysanoures, second ordre de la classe des insectes, d'après la méthode adoptée par Latreille dans le règne animal de Cuvier (1).

De la tête.

La tête des Podures est ordinairement ovale, déprimée, un

(1) D'après une nouvelle division des animaux articulés, les Myriapodes ayant été détachés de la classe des insectes pour former une classe à part, les Thysanoures se trouvent constituer le premier ordre des insectes.

peu penchée, de la largeur du prothorax, dont elle est séparée par un cou très-distinct et un peu rétractile. La partie antérieure s'avance en forme de museau court et tronqué.

Antennes. — Les antennes sont droites, dirigées en avant, divergentes, un peu rappprochées à leur base, et toujours pubescentes ou tomenteuses. Elles sont ordinairement sétacées et formées tantôt de trois articles, tantôt de quatre, tantôt de cinq, et dans ce dernier cas, elles sont souvent inégales entre elles. Leur longueur varie depuis celle de la tête jusqu'à celle du corps.

Bouche. — Les appendices de cet organe sont peu apparents. On y distingue cependant 1.° un épistome paraissant arrondi; 2.° un labre membraneux, en carré long, entier et caché; 3.° des mandibules; 4.° des machoires; 5.° un menton ovale; 6.° une languette large, saillante, ciliée, à deux divisions, chaque division quadrifide; 7.° des palpes maxillaires et des palpes labiaux, mais seulement rudimentaires.

Yeux (fig. 21, 22, 23, 24 et 25). — Les yeux des Podures sont au nombre de deux, situés derrière les antennes et presque toujours placés sur un fond noir d'une forme oblongue, le plus souvent rectangulaire. Ils sont formés de six ou huit ocelles. Le nombre et la position relative de ceux-ci varient suivant les genres. En général le nombre des ocelles paraît être en raison inverse de la taille de l'insecte. Chez les plus grandes Podures, il n'y en a que six; il y en a huit chez les plus petites, et chez celles qui, pour la dimension, tiennent le milieu entre ces deux groupes, on en trouve tantôt six et tantôt huit. On remarque en outre quelquefois, chez celles de ces dernières qui n'ont que six ocelles, plusieurs petits grains vers la base de l'œil, ayant peu d'éclat et de convexité, et paraissant être des ocelles avortés ou oblitérés.

Du thorax.

Je prends le mot thorax dans le sens que sont convenus aujourd'hui de lui donner la plupart des entomologistes, pour la partie du corps comprise entre la tête et l'abdomen, et composée de trois segments portant chacun une paire de pattes. Dans les Podures le premier segment thoracique n'est bien distinct que dans un seul genre, celui que j'ai nommé hypogastrure : dans les autres genres il n'est nullement apparent en-dessus et très-peu en-dessous, envahi qu'il est par le suivant, dont le développement est considérable. Il résulte de là que le thorax ne semble composé que de deux segments distincts, et que les deux premières paires de pattes paraissent avoir leur attache aux parties antérieures et postérieures du mésothorax. Cette raison m'a décidé à donner le nom de mésothorax au premier segment apparent et celui de métathorax au suivant, comme portant à son extrémité postérieure la troisième paire de pattes. Le corps des Podures sera alors composé de huit segments, dont six pour l'abdomen. Au surplus, le thorax des Podures n'étant pas aligère, sa structure est très-simple, et vainement on y chercherait les pièces qui entrent dans la composition de celui des insectes ailés. La plupart de ces pièces ne s'y trouvent pas plus que dans le thorax des Larves, avec lequel celui des Podures a beaucoup d'analogie.

Mésothorax. — Il est convexe, ovale ou arrondi par-devant, entier ou légèrement échancré, quelquefois relevé en bosse, tronqué postérieurement, et recouvrant d'ordinaire le segment suivant. Son bord antérieur est toujours cilié, et son disque garni de poils ou d'écailles, et, dans beaucoup d'espèces, marqué par des bandes maculaires longitudinales.

Métathorax. — Ce segment est généralement plus petit que le mésothorax, dont il n'est guère que la moitié ou les

deux tiers. Dans quelques espèces cependant il a à peu près la même grandeur, et dans ce cas, il existe ordinairement entre ces deux segments, un étranglement plus ou moins considérable.

Pattes. — Les pattes sont courtes, peu saillantes et toujours velues. Les deux premières sont très-rapprochées entre elles, presque contiguës et plus écartées de la paire moyenne que celle-ci ne l'est de la dernière. On y distingue, comme dans tous les insectes, cinq parties. La hanche est grosse, globuleuse. Le trochanter est plus mince et quatre fois plus court que la cuisse. La cuisse et la jambe diffèrent peu en grosseur, mais celle-ci est moins longue, et son articulation avec le tarse est si peu apparente qu'elle semble ne former avec lui qu'une seule pièce. Le tarse va un peu en diminuant; il est fort court et d'un seul article. Il est armé de deux crochets souvent inégaux, peu mobiles et presque droits. Les pattes des Podures, comme tous leurs autres membres, sont peu flexibles et très-fragiles. Il suffit quelquefois d'en plier les articulations pour les rompre. Leurs tarses ne sont pas munis de ces pelottes à l'aide desquelles on voit beaucoup d'insectes se tenir et courir sur des surfaces verticales très-polies, et même sur des surfaces horizontales renversées; mais nous verrons ci-après que la nature les en a dédommagées par un autre organe qui remplit jusqu'à un certain point les mêmes fonctions.

De l'abdomen.

L'abdomen des Podures est intimement uni au thorax : le bord postérieur du métathorax et l'insertion de la dernière paire de pattes sont les seules limites qui l'en séparent. Il est formé de six segments, qui, en général, se recouvrent mutuellement par leur bord postérieur. Dans quelques espèces la dimension relative des segments abdominaux diffère peu; chez beaucoup

d'autres, au contraire, ils sont très-inégaux. Le plus souvent c'est le troisième, et quelquefois le quatrième, qui est le plus développé; il égale parfois à lui seul les cinq autres. Le rétrécissement de l'abdomen commence au quatrième, et dans quelques cas, au cinquième segment. Celui-ci a souvent ses diamètres antérieur et postérieur très-inégaux, d'où résulte un rétrécissement brusque. Le dernier est tubiforme, et constitue l'orifice anal. Il est tantôt caché sous le pénultième, et alors l'extrémité de l'abdomen est obtuse ou même tronquée; tantôt découvert et alongé, et alors l'abdomen est terminé enpointe mousse.

La forme de l'abdomen est le plus souvent linéaire; quelquefois néanmoins il est plus ou moins fusiforme, ou bien il va un peu en grossissant jusque vers le quatrième segment; d'autres fois l'abdomen présente un léger rétrécissement à son premier segment.

La coupe transversale des segments abdominaux n'est pas ordinairement circulaire; ce sont des arceaux coupés inférieurement par la rainure ventrale. Le troisième et le quatrième sont remarquables par leur coupe inférieure, en ce que leurs bords latéraux se relevant postérieurement et le troisième étant tronqué en-dessus, leur forme représente un bec de flûte.

L'abdomen est revêtu de poils ou d'écailles, et quelquefois des uns et des antres en même temps. Sa couleur varie beaucoup, non seulement suivant le genre et l'espèce, mais encore suivant l'âge de l'individu. Les couleurs les plus ordinaires sont le jaune, le blanc livide, le vert, le gris, le violet et le noir; couleurs qui sont ensuite souvent nuancées par un grand nombre de teintes intermédiaires, et très-fréquemment variées par des taches différemment colorées. Le ventre est toujours d'une couleur moins foncée que le reste du corps. En général les teintes sont d'autant plus foncées, et les poils d'autant plus longs et plus touffus que l'insecte est plus âgé.

De l'organe du saut (fig. 2 C, 3 et 11).

Cet organe, propre aux Podurelles, d'une nature musculo-cartilagineuse, est flexible et élastique, se meut sur sa base en décrivant un demi-cercle dans un plan vertical (1) et se loge dans une cavité ou rainure pratiquée sous le ventre. Il a ordinairement son attache immédiatement au-dessous de l'orifice anal, à la partie inférieure de l'avant-dernier arceau de l'abdomen. Il se compose de deux pièces bien distinctes. La première, qu'on peut appeler la tige, aplatie, plus épaisse et plus large à sa base qu'à son sommet, est formée de trois filets cartilagineux, dont deux sont parallèles, et tous trois sont enveloppés par une membrane et des muscles très-puissants. Les deux filets parallèles sont séparés entre eux à l'extérieur par un sillon, et s'attachent par leur base à l'extrémité des deux bords latéraux de la rainure, par des muscles qu'on peut appeler extenseurs ou releveurs, étant destinés à redresser la queue en arrière; ces mêmes filets s'articulent par leur sommet avec les deux dents de la fourche. A l'opposite du sillon moyen, on voit à l'intérieur une côte arrondie, saillante à sa base, allant en s'abaissant, et s'effaçant un peu au-dessous de la bifurcation. Cette côte est formée par un troisième filet, et par un muscle qui, partant du fond de la rainure, remplit les fonctions de muscle fléchisseur, et au moyen duquel la Podure fait rentrer la queue dans sa cavité. Ces trois filets représentent évidemment ceux qui terminent l'abdomen des Lépismes. La seconde pièce est bifurquée. Deux filets sétacés, un peu divergents, constituent cette partie, dont la longueur surpasse environ d'un

(1) Le seul mouvement horizontal dont jouissent les dents de la fourche caudale consiste en un petit rapprochement entre-elles; mais elles ne sauraient s'écarter ni se croiser l'une sur l'autre, comme on l'a dit.

quart celle de la première. La queue est toujours garnie de poils, et quelquefois d'écailles. La forme de la rainure destinée à la recevoir est telle que la queue coïncide exactement avec elle et en remplit toute la cavité, de manière cependant que les dents de la fourche dépassent un peu la rainure ; mais dans aucun cas la queue n'égale la longueur du corps, comme on l'a dit d'une espèce de Podure (*Podura plumbea*) : cet organe ne dépasse jamais la dernière paire de pattes. Il est à remarquer que chez la Podure aquatique (*Podura aquatica*), l'organe du saut diffère, pour la forme et la situation, de celui des autres Podures.

Du tube gastrique (fig. 2 A, 17, 18, 19).

A l'extrémité de la rainure ventrale, un peu en arrière de la dernière paire de pattes, sur un léger renflement, s'élève un petit corps tubulaire, d'une nature musculo-membraneuse, à peu près de la grosseur et de la longueur du premier article des antennes; c'est cet appendice que j'ai nommé tube gastrique. En l'examinant avec attention, on peut y distinguer trois parties, l'enveloppe, la tête et le corps. L'enveloppe est formée par un prolongement du tégument commun, et sert de gaine au corps auquel elle adhère. Elle s'épaissit un peu supérieurement, de manière à former un rebord tant soit peu dépassé par la tête. Celle-ci est susceptible d'un gonflement considérable que l'animal produit à volonté, à peu près comme les Malachies font de leurs caroncules. Sa surface est inclinée antérieurement, et sillonnée dans son milieu par une fente longitudinale qu'on voit se dilater en comprimant le tube, ou seulement en appuyant sur sa base. Pendant cette pression, on voit sortir par la fente un liquide incolore, non visqueux, dont la tête du tube est souvent humectée, ce qui la fait quelquefois paraître rugueuse, à cause de la poussière qui s'y attache. Le corps du tube, le plus souvent cylindrique, quelquefois angulaire, est

doué d'une certaine élasticité, et présente le long de sa face antérieure une ligne sensiblement saillante qui paraît être un muscle destiné à lui imprimer un mouvement de flexion de ce côté, vers lequel le tube incline toujours un peu lorsqu'il n'est pas en action. Sous la base du tube, on aperçoit quelques glandes destinées sans doute à sécréter le liquide qui s'écoule par la fente. Telle est, autant que l'exiguité de l'objet peut permettre de l'apprécier, la structure de ce singulier appendice dont toutes les Podures sont pourvues. Degéer ne l'a signalé que dans les Sminthures, et Latreille ne parle que de celui de la Podure aquatique (*P. aquatica*), lequel, comme on le verra ci-après, diffère beaucoup de celui qui vient d'être décrit.

De la fourchette (fig. 2 B et 26).

On trouve sur les Podures une autre pièce non moins singulière, quoique beaucoup plus petite, et en apparence plus simple que la précédente. Elle est située au fond de la rainure, à peu près à une égale distance du tube gastrique et de la base de la queue. Cet appendice dont la couleur est toujours blanche, et qu'à raison de sa forme j'ai désigné sous le nom de fourchette, a, sous le rapport de la conformation, beaucoup d'analogie avec la queue. Comme celle-ci, il paraît composé de deux pièces. La première, un peu comprimée d'avant en arrière, peu mobile, s'articule avec la pièce supérieure, laquelle est bifurquée par deux filets sétacés et élastiques. La fourchette, quand on l'examine, est toujours perpendiculaire à l'axe du corps: mais on conçoit qu'elle ne peut rester ainsi quand la queue occupe la cavité; elle s'incline alors en arrière, puis, redevenue libre par la sortie de la queue, son élasticité lui fait reprendre sa position primitive.

De la division des Podures.

Si l'on observe les Podures avec quelque attention, on s'aper-

çoit bientôt qu'elles ne sont pas toutes conformées sur un type identique, et qu'elles diffèrent entre elles par des traits patents et invariables. Les unes, en effet, ont le corps couvert d'écailles à peu près comme les Lépismes; les autres en sont dépourvues. Parmi les premières, les unes ont les antennes longues, de trois articles; les autres les ont beaucoup plus courtes, et composées de quatre articles. Parmi les secondes, il en est dont les antennes, d'une longueur moyenne, à articles inégaux, varient depuis deux jusqu'à cinq articles; d'autres ont ces organes constamment de quatre articles à peu près égaux; d'autres enfin, aux antennes de quatre articles, se distinguent principalement par la forme et la situation de l'organe du saut. Ces caractères ne sont pas les seuls qui différencient ces cinq sortes de Podures. Il en est beaucoup d'autres tirés de leur forme, de leur taille, de leur couleur, de leurs habitudes, etc., qui, sans être aussi essentiels, n'en sont pas moins saillants.

On doit se garder, je le sais, de multiplier sans nécessité les divisions dans les sciences naturelles; ce serait alors multiplier des abus dont on se plaint avec raison, puisqu'ils tendraient à ramener dans ces sciences une confusion qu'on cherche à en bannir: mais lorsque le domaine de nos connaissances s'étend par de nouvelles découvertes, lorsque surtout des êtres se présentent avec des différences constantes et tellement palpables qu'elles ne sauraient échapper aux regards les moins attentifs, on ne saurait être blâmable alors qu'on suit la marche indiquée par la nature, en consacrant, par de nouvelles coupes, des distinctions qu'elle-même a établies. D'après ces considérations, je me suis cru autorisé à partager les Podures en cinq sections, que je propose d'ériger en genres, comme il suit:

PODURES

Couvertes d'écailles.	Antennes longues, de trois articles, le dernier beaucoup plus long que les autres, yeux formés de six ocelles................	1.er Genre. MACROTOME.
	Antennes courtes, de quatre articles, huit ocelles..........	2.e Genre. LÉPIDOCYRTE.
Sans écailles.	Antennes de longueur moyenne, variant de deux à cinq articles inégaux, six ocelles.........	3.e Genre. HÉTÉROTOME.
	Antennes courtes, constamment de quatre articles à peu près égaux entre eux, six ou huit ocelles....................	4.e Genre. ISOTOME.
	Antennes très-courtes, de quatre articles, corps noir, fort petit, organe du saut attaché sous le ventre, et non à son extrémité, huit ocelles...............	5.e Genre. HYPOGASTRURE.

1.er Genre, MACROTOME, Macrotoma (fig. 5).

Corps couvert d'écailles analogues à celles des Lépismes, jaune lorsqu'il en est dépouillé; antennes de trois articles, le dernier guère moins long que le corps.

Ces Podures sont les plus grandes de toutes; elles n'ont pas moins de cinq millimètres, et en atteignent quelquefois six. Leurs antennes ont trois articles : le premier gros, cylindrique, est à peu près égal aux deux tiers de la tête. Le suivant a la même forme, mais il est plus mince et un tiers plus long. Le troisième, dans beaucoup d'espèces, n'est pas moins long que le corps : il est sétacé, à extrémité un peu obtuse et le plus souvent droit; mais quelquefois l'insecte le contourne en spirale;

c'est surtout lorsqu'il est inquiété qu'il lui fait prendre cette forme. Cet article, vu au microscope, se montre composé d'une multitude de petits anneaux très-serrés, dont le nombre ne va pas à beaucoup moins d'un cent (fig. 16). Ils ont quelque ressemblance avec ceux des antennes des Lépismes. C'est vraisemblement à cette série d'anneaux qu'est due la mobilité de cet article et la faculté qu'a l'insecte de le contourner en divers sens. Ces antennes vont en s'amincissant de la base à l'extrémité, et le troisième article est revêtu d'un duvet tomenteux d'une couleur grise ou fauve, présentant quelquefois à la loupe un reflet violet. La tête de la Macrotome est tant soit peu déprimée, concave en-dessous et le cou un peu plus long que dans les autres genres. Le thorax est très-convexe, a son bord antérieur ovale, entier et souvent garni d'une frange de poils qui forment à l'insecte comme une collerette : ses côtés se prolongent inférieurement en angle aigu et sont un peu enveloppants. Le premier segment abdominal a la moitié de la longueur du thorax et le double du suivant. Le troisième est extraordinairement développé et comprend à lui seul près de la moitié de l'abdomen. C'est une des différences que les Macrotomes présentent avec les Hétérotomes, chez lesquelles le plus grand segment abdominal est le quatrième. Elles s'en distinguent encore par l'extrémité en pointe mousse de leur abdomen, par la couleur de leur épiderme, plus consistant, plus lisse ; par leurs poils plus rares et plus gros, et leur tube gastrique plus long; mais principalement par les écailles qui recouvrent leur corps. Ces écailles, qui remplacent ici le duvet des autres Podures, sont d'une ténuité et d'une transparence extrême, et ressemblent assez bien à des feuilles. Leur limbe est entouré d'un bord opaque jaunâtre, qui, en se prolongeant du côté de la base, forme la queue, ou pétiole, au moyen duquel l'écaille est attachée à l'épiderme. Ces écailles, vues au microscope, reflètent les teintes les plus brillantes,

dans lesquelles on peut distinguer toutes les couleurs du prisme. Elles sont très-caduques et se détachent au plus léger contact. Si l'on met une de ces Podures dans un vase et qu'on la fasse sauter pendant quelques minutes, ses écailles tombent, et l'on est étonné que le même insecte, qui un instant auparavant était noir ou plombé, se montre avec une couleur jaune. C'est à tort, je crois, qu'on a comparé les écailles des Podures à celles des Lépidoptères, avec lesquelles je leur ai trouvé, surtout pour la forme, bien peu de ressemblance; mais elles m'ont paru être absolument de la même nature que celles des Lépismes. Elles ont, comme celles-ci, un éclat argenté, sont aussi striées, mais plus finement, et affectent trois formes principales; il y en a d'orbiculaires, d'ovales et d'elliptiques.

Il est remarquable que les Macrotomes, en naissant, ont les antennes de quatre articles; les deux premiers globuleux, et les deux derniers beaucoup plus longs (fig. 14). On distingue déjà dans ceux-ci les petits anneaux dont j'ai parlé. Par la suite le dernier article tombe, et le troisième prend un développement extraordinaire. Quelquefois, le quatrième article persiste; mais alors il reste stationnaire, et sa longueur n'est guère que la dixième partie du précédent. Telle est l'origine de cette petite articulation qu'on aperçoit quelquefois à l'extrémité des antennes des Macrotomes.

Les Macrotomes ont les yeux formés de six ocelles placés sur un fond noir d'une forme oblongue irrégulière (fig. 23).

Ce genre comprend les espèces suivantes :

1. Macrotome plombée, *Macrotoma plumbea, Podura plumbea,* Lin., Fab., Latr. Podure grise commune, Geoff.

6 mill. de longueur. Corps couvert d'écailles d'un brun ardoisé.

Antennes grosses, dernier article gris, un peu moins long que le corps. Lorsque celui-ci est dépouillé de ses écailles,

le thorax, la bouche et les tarses conservent une couleur d'un brun sale : le reste du corps est jaune avec le bord postérieur des segments blanchâtre et le ventre livide. Bord antérieur du thorax noir, garni d'un faisceau de poils. Quelques poils à la queue et à l'anus.

2. Macrotome noire, *Macrotoma nigra*.

Même longueur que la précédente pour le corps et les antennes; corps couvert d'écailles noires, offrant à la vue simple un léger reflet argenté.

Corps dépouillé de ses écailles, présentant une couleur d'un jaune de cire. Bord antérieur du thorax garni d'une frange de poils noirs et courts; antennes grises, ou d'un gris fauve; pattes d'un brun verdâtre, tarses bruns, ventre jaunâtre. Cette espèce, ainsi que la précédente, se trouve sous les pierres et le vieux bois.

3. Macrotome longicorne, *Macrotoma longicornis*, *Podura longicornis*, Linn.

5 millim. Deux lignes blanches sur le thorax, formant, avec le bord postérieur, un delta ou triangle isoscèle.

Ces lignes triangulaires ne sont bien apparentes qu'après qu'on a enlevé les écailles. Celles-ci ressemblent, pour la couleur, à celles de la Macrotome plombée. Antennes brunes, plus longues que le corps et plus menues que chez les espèces précédentes: troisième article reflétant le violet; bord de l'avant-dernier segment abdominal, cilié.

4. Macrotome ferrugineuse, *Macrotoma ferruginosa*.

6 millim. Plombée avec ses écailles; sans les écailles, d'un aune ferrugineux varié de blanchâtre.

Sommet des deux premiers articles des antennes brun, ainsi

que la queue. Bord antérieur du thorax, et ceux des derniers segments abdominaux, légèrement ciliés. Pattes verdâtres et velues. Antennes comme dans l'espèce précédente. Ces deux espèces se tiennent sous la mousse.

2.e Genre. LÉPIDOCYRTE, Lepidocyrtus (fig. 6 et 7).

Corps couvert d'écailles comme les Macrotomes, plus petit; antennes de quatre articles, tête inclinée, thorax bossu.

Le Lépidocyrte a les antennes de quatre articles, une fois plus longues que la tête. Les trois premiers articles, à peu près égaux, sont un peu obconiques, et le dernier fusiforme, une fois plus long que le précédent. Le deuxième est en outre souvent annelé supérieurement de fauve, et les deux derniers sont fauves. Son caractère le plus distinctif, après les antennes, consiste dans la forme du thorax et la position de la tête. La partie antérieure et supérieure du thorax se relève en bosse, puis se recourbe et redescend sur le cou, de manière à former une enveloppe en forme de capuchon. Le sommet, ou calotte de la protubérance thoracique, est formé par une pièce distincte, dont la soudure s'aperçoit très-bien à la loupe, et qui reste toujours brune, même après que les écailles sont tombées. A la face antérieure de la bosse existe une petite cavité, d'où sort un faisceau de poils, souvent accompagnés d'écailles, le tout quelquefois visible à l'œil nu, d'autres fois seulement à la loupe. Les côtés du thorax se prolongent en pointe et sont un peu enveloppants, comme chez les Macrotomes. La tête est oblongue et beaucoup plus petite que le thorax. Elle est inclinée et fait, avec l'axe du corps, un angle droit; cet angle devient même obtus en-dessus pendant le repos. Dans cet état, si l'on regarde l'insecte en-dessus, on ne lui aperçoit pas de tête. Cette inclinaison de la tête est occasionée par la courbure du thorax, qui appuie sur le

cou et qui, étant très-rigide, à cause des écailles dont il est toujours chargé, le force à se tenir baissé. Telle est la cause de cette position de la tête, position qui, jointe à la forme du thorax, donne à cette Podure un aspect si singulier. La queue et les pattes sont blanches, celles-ci cristallines. Il existe assez souvent des poils blancs, peu fournis, à la tête, aux antennes, surtout à leurs articulations, et à l'extrémité de l'abdomen; mais pas de duvet. Le Lépidocyrte, dépouillé de ses écailles, est, dans sa jeunesse, d'un blanc livide, puis d'un blanc jaunâtre, et dans l'âge adulte, d'un jaune serin. Les écailles sont d'abord d'un blanc argenté, acquièrent ensuite une teinte d'un violet cuivreux, puis prennent un éclat métallique bleuâtre, et deviennent enfin d'une couleur plombée ou ardoisée, comme les Macrotomes. Le corps, sans ses écailles, est tellement transparent, surtout dans sa jeunesse, qu'on aperçoit les intestins à travers les téguments. L'abdomen va un peu en diminuant et a son extrémité tronquée. Le quatrième segment est très-grand et surpasse la longueur totale de tous les autres, y compris le thorax; les deux derniers sont peu apparents. Les yeux sont formés de huit ocelles (fig. 25). Quoique petit, le Lépidocyrte saute beaucoup plus fort que les grandes Podures. On le trouve souvent seul, quelquefois en sociétés peu nombreuses, sur ou sous les pierres et le vieux bois. Une seule espèce.

Lépidocyrte curvicolle, *Lepidocyrtus curvicollis.*

2 millim. 1/2. Un petit faisceau de poils à la partie antérieure du thorax, parties latérales de l'extrémité de l'abdomen, et antennes, garnies de poils blancs.

3.e Genre. HÉTÉROTOME, Heterotoma (fig. 1).

Corps non garni d'écailles, toujours plus ou moins velu; antennes ordinairement de cinq articles inégaux, et pouvant

varier depuis deux jusqu'à cinq articles, de la longueur des deux tiers du corps, dans leur état normal.

Ces Podures offrent, parmi les insectes, une anomalie remarquable. Bien que leurs antennes soient évidemment conformées sur un même type, non seulement le nombre de leurs articles est souvent variable, mais ce nombre n'est pas toujours égal dans le même individu (fig. 10). Ainsi, il n'est pas rare devoir, dans ces Podures, une antenne de cinq articles, tandis que l'autre n'en a que quatre, que trois, ou seulement deux; d'autres fois elles ont toutes deux cinq, quatre, trois ou deux articles, mais jamais moins de deux. Un habile Entomologiste, M. Macquart, à qui cette observation a été communiquée, pense que cette conformation est le résultat d'un avortement ou d'une fracture. Je ne puis que souscrire à l'opinion d'un savant aussi distingué. Je me bornerai donc à exposer historiquement mes observations sur ce fait.

1.° Dans le cas où les antennes sont inégales, le dernier article de la plus courte, quel que soit son rang numérique, n'est jamais conforme à l'article correspondant de l'autre antenne. 2.° Il affecte constamment une forme analogue à celle de l'article terminal, ou le cinquième. 3.° Il en est de même pour les antennes égales, mais ayant moins de cinq articles; dans ce cas le dernier est toujours plus gros et plus long que le terminal de l'antenne normale, quoique ayant une forme analogue et la même couleur. 4.° On n'aperçoit à l'extrémité de l'article aucune trace de fracture. 5.° Plusieurs jeunes Podures, et un grand nombre d'adultes, ont été trouvées ainsi conformées: le nombre de celles-ci était, à l'égard des Hétérotomes à antennes de cinq articles, comme cinq est à huit. 6.° Cette conformation des antennes ne se rencontre que parmi les Hétérotomes. 7.° Toutes les fois que dans les autres genres on trouve des Podures dont les antennes ont été réellement brisées, la cicatrice est toujours visible et la forme des articles n'a pas

varié. 8.° J'ai renfermé dans des vases une certaine quantité d'Hétérotomes dont les antennes offraient les différentes conformations observées par moi; j'y ajoutai plusieurs congénères qui avaient ces organes brisés au moment où elles furent trouvées, ou à qui je les avais moi-même mutilés; au bout de trois mois, elles furent retrouvées toutes exactement dans le même état.

Les antennes des Hétérotomes ont un article basilaire gros, court, qui ne se voit pas dans les autres genres, mais qui ne manque jamais dans celui-ci, quoique dans l'énumération de ces pièces je n'aie pas cru devoir en tenir compte. Ces antennes, dans leur état normal, ont, comme il a été dit, cinq articles. Le premier est toujours gros, cylindrique et à peu près de la longueur des deux tiers de la tête. Le deuxième est très-court, à peine le quart du premier, aussi gros supérieurement et plus mince à sa base. Le troisième ressemble au premier pour la conformation et la longueur, mais il est moins gros. Le quatrième et le cinquième, légèrement fusiformes, sont plus longs et plus minces que le troisième. Ces deux derniers articles sont en outre toujours unicolores, gris ou fauves, tandis que les trois premiers sont constamment annelés de deux ou trois couleurs différentes. Il est remarquable que, quels que soient le nombre et la forme des articles, la forme du premier et du basilaire ne varie jamais.

Le thorax des Hétérotomes est convexe, antérieurement arrondi et légèrement échancré. Il a ses côtés coupés à angles droits et son bord antérieur toujours garni de longs poils, ainsi que son disque, qui est en outre fort souvent marqué de taches formant cinq bandes longitudinales qui se continuent sur le métathorax. La deuxième et la quatrième bande maculaire figurent quelquefois deux ovales ou deux chaînons. Dans les espèces tachetées, les taches décrivent ordinairement sur la tête deux lignes formant un angle obtus. Sur le troisième

segment abdominal, elles représentent un croissant, un carre sur le quatrième, et sur la partie externe des deux premières paires de hanches, un ovale coupé en fer à cheval, dont la concavité regarde la cuisse. Dans plusieurs espèces, la coloration du deuxième segment abdominal diffère de celle des autres et forme, par son contraste, comme une ceinture à l'insecte. Quant à la dimension des premiers segments, elle est, à peu de chose près, la même que chez les Macrotomes; mais ici c'est le quatrième segment, et non le troisième, qui est le plus développé; il égale les deux précédents. Le dernier segment étant caché sous le pénultième, l'extrémité de l'abdomen est obtuse et quelquefois tronquée. Le corps des Hétérotomes est toujours plus ou moins velu. Les poils sont ordinairement de deux sortes, les uns longs et gros, les autres beaucoup plus courts, plus fins, et plus fournis. Ceux-ci deviennent, l'hiver, très-denses et forment une véritable fourrure destinée à garantir l'insecte des atteintes du froid. Ces derniers poils, ainsi qu'il a été dit, manquent chez les Macrotomes et les Lépidocyrtes, où ils sont remplacés par des écailles. La couleur la plus ordinaire des Hétérotomes est le jaunâtre, le gris, le verdâtre, le brun et le noir. Leurs yeux ont six ocelles, placés sur une aire le plus souvent noire, rectangulaire, ayant toujours une échancrure au côté externe (fig. 22). Espèces appartenant à ce genre.

1. Hétérotome jaunatre, *Heterotoma flavescens; Podura rufescens*, Lin.

5 millim. D'un jaune grisâtre, avec des taches brunes, corps velu.

On remarque sur la tête plusieurs taches, dont quelques-unes sur le vertex, formant un angle obtus dont les côtés sont dirigés vers les yeux. Contour de la tête, vu en-dessus, paraissant bordé d'un cercle brun, qui s'élargit et s'avance un peu

entre les antennes. Thorax marqué de cinq bandes maculaires, et le dos, d'une ligne médiane fort fine, d'un jaune clair, qui se prolonge jusqu'au quatrième segment. Deux taches et une lunule sur le deuxième segment abdominal, un croissant sur le troisième, et sur le quatrième un carré qui n'est pas toujours bien distinct. Le cinquième est toujours marqué de deux taches vers le haut. Extrémité des cuisses et des jambes annelée d'un brun fauve; premier article des antennes annelé supérieurement de brun, les deux suivants bruns; quatrième et cinquième gris fauve. Bouche entourée d'un cercle brun. Tout le corps couvert de deux sortes de poils. Queue blanche et velue.

2. Hétérotome très-velue, *Heterotoma villosissima.*

Semblable à la précédente, mais d'un jaune verdâtre, très-velue.

Tout le corps hérissé de longs poils noirs, et marqué de larges taches de la même couleur.

3. Hétérotome livide, *Heterotoma livida.*

3 mill. 1/2. D'un blanc livide avec des taches noires.

La plupart des taches peu étendues; celle du métathorax, qui est la plus grande, orbiculaire. Ligne médiane du dos bien marquée. Grand segment abdominal teinté de verdâtre; poils des derniers segments blancs.

4. Hétérotome cristalline, *Heterotoma cristallina*, *Podura cristallina*, Lin.

3 mill. 1/2. D'un blanc livide, pas de taches, peu de poils, corps transparent.

Tous les segments bordés d'un blanc foncé; la bordure, dans les derniers, surmontée d'une fascie d'un brun fauve. Extrémité des cuisses et des jambes annelée de cette dernière cou-

leur. Queue et tarses blancs, pattes hyalines. Quelques poils rares sur le corps.

5. Hétérotome grise, *Heterotoma grisea.*

2 mill. 1/2. D'un gris fauve, velue.

Cette espèce se distingue principalement par sa moindre taille et sa couleur. Tête et thorax très-velus. Taches peu prononcées, dans quelques individus à peine apparentes.

6. Hétérotome pulchricorne, *Heterotoma pulchricornis.*

4 mill. Jaunâtre, épiderme luisant, taches noires; deuxième segment abdominal d'un jaune clair, formant ceinture, le suivant noir.

Article basilaire des antennes noir, premier annelé de fauve et de blanc, deuxième brun, troisième annelé de jaune, de jaunâtre et de fauve; quatrième et cinquième gris fauve. Tête noire avec la partie occipitale jaunâtre. Bords antérieurs et latéraux du thorax noirs, bord postérieur jaunâtre, une large tache triangulaire sur son disque. Deux taches annulaires sur le premier segment abdominal. Deuxième jaune, unicolore et comme testacé. Troisième recouvert presque en entier d'une large plaque rectangulaire, transversale, d'un noir foncé. Quatrième bordé de jaunâtre. Pattes d'un gris jaune annelées de brun; queue blanchâtre, fourche velue; épiderme luisant, notamment sur la tête. Peu de poils duveteux.

7. Hétérotome de la mousse, *Heterotoma musci.*

3 mill. D'un gris jaunâtre, deuxième segment abdominal formant ceinture, pas de plaque noire sur le suivant.

Semblable à la précédente, à l'exception de ce qui suit: thorax offrant deux bandes maculaires qui se continuent sur le segment suivant. Deuxième segment abdominal ayant sa partie antérieure d'un gris jaune, et sa partie postérieure d'un blanc

jaunâtre ; deux taches en forme de *t* sur le haut du troisième segment, de chaque côté de la ligne médiane ; une bande transversale sur la partie antérieure du quatrième segment ; épiderme luisant et comme glacé. Trouvée sous la mousse au mois de février.

8. HÉTÉROTOME ERRANTE, *Heterotoma vaga*, *Podura vaga*, L.

2. mill. 1/2. Noire, ou d'un brun foncé, deuxième segment abdominal postérieurement d'un blanc jaunâtre.

Elle a beaucoup de rapport avec les deux précédentes ; elle s'en distingue par sa coloration et par des taches oblongues jaunâtres, dont une sur chaque côté des deux segments thoraciques, et plusieurs points de la même couleur. Bords des deuxième et quatrième segments abdominaux d'un blanc jaunâtre, avec deux petites taches blanches sur ce dernier ; troisième segment brun : premier article des antennes annelé de noir et de blanc, troisième brun fauve, quatrième et cinquième fauves : tête et thorax garnis de poils ; ventre et pattes bruns, celles-ci annelées aux articulations de jaunâtre.

9. HÉTÉROTOME SEPT TACHES, *Heterotoma septemguttata*.

Semblable à la précédente, mais sept taches blanches sur le dos.

Cette espèce ne se distingue de l'hétérotome errante que par des taches d'un beau blanc, dont deux linéaires sur le thorax, deux autres de la même forme sur le segment suivant deux plus petites punctiformes sur la partie postérieure du grand segment abdominal, et une autre un peu plus grande sur le haut du segment suivant : premier article des antennes annelé d'un blanc foncé.

10. HÉTÉROTOME QUATRE POINTS, *Heterotoma quadripunctata*.

Quatre points blancs sur le grand segment abdominal.

Semblable aux deux précédentes, à l'exception de quatre points blancs, dont deux sur le bord postérieur du quatrième segment abdominal, et deux un peu plus haut ; premier article des antennes annelé supérieurement de jaunâtre ; queue jaunâtre.

11. Hétérotome ceinte, *Heterotoma cincta*, *Podura cincta*, Lin., Latr.

2 mill. D'un gris jaune, deuxième segment abdominal d'un blanc jaunâtre, formant ceiuture.

Partie antérieure du troisième segment abdominal noire. Une tache d'un blanc jaunâtre sur chacun des deux segments thoraciques, et sur le premier segment abdominal, formant une bande maculaire longitudinale. Tête et thorax, principalement les bords antérieurs et latéraux de ce dernier, garnis de poils ; quelques poils sur l'abdomen.

4.e Genre, ISOTOME, Isotoma (fig. 4).

Corps non garni d'écailles, plus ou moins velu, antennes courtes, de quatre articles à peu près égaux.

Les Isotomes sont en général plus petites que les Hétérotomes. La taille des plus grandes dépasse rarement quatre millimètres, et il en est qui n'ont pas beaucoup plus d'un millimètre, caractère qui les sépare déjà du genre précédent : mais ce qui les en distingue d'une manière bien trauchée, c'est la conformation de leurs antennes, ordinairement plus courtes, une fois plus longues que la tête, atteignant dans quelques espèces la moitié du corps, sétacées, toujours composées de quatre articles dont la longueur relative diffère peu. Les trois premiers sont un peu obconiques ; le quatrième est plus mince et légèrement fusiforme. La forme du thorax ne diffère pas sensiblement de

celui des Hétérotomes : le métathorax est souvent plus grand que chez celles-ci. Le bord antérieur du mésothorax est peu ou point échancré ; le postérieur est quelquefois séparé du suivant par un étranglement plus ou moins considérable ; dans ce cas il en est de même du métathorax et des premiers segments abdominaux. Ces derniers sont plus ou moins inégaux entre eux. Dans plusieurs espèces le premier présente la forme d'un anneau d'un diamètre plus petit que celui des autres; il est des espèces où le quatrième segment est au moins proportionnellement aussi grand que le troisième des Macrotomes. La forme du corps peut être ou linéaire, ou fusiforme, et quelquefois allant un peu en grossissant jusqu'au quatrième segment abdominal. Le corps peut être unicolore, ou varié de taches comme celui des Hétérotomes. Il est le plus souvent terminé en pointe courte et mousse. Les Isotomes ont assez souvent deux sortes de poils, et quelquefois seulement du duvet : celui-ci ne manque jamais. Leurs yeux, dont l'aire est rectangulaire, sans échancrure, sont formés de six ou huit ocelles(fig. 21). Assez souvent, quand les ocelles sont au nombre de huit, il y en a deux d'entre eux vers la base plus petits que les autres et paraissant comme oblitérés. La couleur de l'Isotome varie beaucoup; il en est de grises, de vertes, de brunes, de noires, de violettes, etc.

L'Isotome présente cette particularité remarquable, que dans sa jeunesse elle est privée d'yeux, de tube gastrique, de rainure et de queue (fig. 12 et 13). Cette dernière ne consiste qu'en un tubercule conique, dirigé en arrière et terminé par deux petits mamelons, qui représentent la fourche. On n'aperçoit, à la place que doit occuper le tube gastrique, qu'une légère protubérance. La fourchette est indiquée par une tache d'un blanc plus foncé, et les yeux par une petite dépression. Ces organes ne se développent qu'après que l'insecte a subi plusieurs mues, et lorsque, commençant à se colorer, il a atteint à peu près la moitié de sa taille. Du reste, à l'exception du premier segment

thoracique, qui a la forme d'un collier, comme chez l'Hypogastrure, le corps est segmenté comme dans l'âge adulte. L'Isotome éprouve donc une métamorphose partielle, analogue à celle des Hémiptères et des Orthoptères. Ce genre renferme un assez grand nombre d'espèces.

1. **Isotome velue**, *Isotoma villosa*, *Podura villosa*, Lin., Fab., Latr. *Podure commune velue*, Geoff.

2 millim. 1/2. Noire, variée de brun, velue.

Bord antérieur du thorax légèrement échancré; extrémité de la fourche caudale blanchâtre; segments abdominaux, à l'exception du premier, à peu près égaux.

2. **Isotome verte**, *Isotoma viridis*, *Podura viridis*, Lin., Latr.

2 à 3 millim. D'un vert brun, sans taches.

Couleur du ventre et des pattes moins foncée; mésothorax et métathorax à peu près égaux, séparés entre eux, ainsi que le segment suivant, par des étranglements bien marqués. Abdomen allant un peu en grossissant jusqu'au quatrième segment, exclusivement; queue blanchâtre, corps peu velu.

3. **Isotome glauque**, *Isotoma cærulea.*

2 millim. D'un vert tendre, quelquefois d'un vert de feuille, d'un vert teinté de jaunâtre.

Queue d'un jaune blanchâtre, corps pubescent, d'une couleur uniforme; du reste, semblable à la précédente.

4. **Isotome bifasciée**, *Isotoma bifasciata.*

2 millim. Brune; deux bandes maculaires longitudinales d'un blanc jaunâtre sur le dos.

Des taches d'un blanc jaunâtre sur le dos, sur les côtés et sous le ventre; celles du dos formant deux bandes longitudinales à peu près parallèles, commençant aux antennes et se

continuant jusqu'à l'anus, où elles se rejoignent. L'espace intercepté par ces deux bandes, d'un brun plus foncé. Corps linéaire, thorax un peu transversal; premier article des antennes brun, les autres d'un brun fauve, annelés de brun à leur sommet. Pattes et queue blanchâtres. Corps pubescent.

5. Isotome trifasciée, *Isotoma trifasciata.*

2 millim. Verdâtre, trois fascies maculaires longitudinales noires sur le dos.

Verdâtre en-dessus, d'un gris jaunâtre en-dessous. Les trois bandes maculaires dorsales commençant au bord antérieur du thorax et se continuant paralèlement jusqu'au troisième segment abdominal inclusivement; celle du milieu plus marquée que les autres. Corps parsemé d'autres taches de la même couleur et de taches ferrugineuses, principalement sur les côtés et sur la tête; queue jaunâtre, tarses et antennes d'un gris fauve; corps pubescent.

6. Isotome des arbres, *Isotoma arborea, Podura arborea,* Lin., Latr.

3 millim. Noire, antennes brunes, pattes et queue d'un brun blanchâtre. Corps pubescent, sans tache.

7. Isotome de la neige, *Isotoma nivalis; Podura nivalis,* Lin., Latr., Fab., Degéer.

2 millim. 1/2. Grise, quelquefois d'un gris jaunâtre, marquée d'un grand nombre de taches brunes irrégulières; ventre livide, queue blanche.

8. Isotome rubricaude, *Isotoma rubricauda.*

1 millim. 1/2. Fourche caudale rougeâtre, avec la tige blanche. Corps noir, taché de brun et de verdâtre; pour le reste, semblable à l'Isotome des arbres.

9. Isotome coureuse, *Isotoma cursitans.*

3 millim. D'un gris violet, quelquefois d'un gris rougeâtre.

Corps alongé, un peu fusiforme, terminé en pointe obtuse, garni d'un duvet blanc et de quelques poils rares. Bords transversaux et latéraux de tous les segments noirs. Deux bandes linéaires longitudinales noires, sur le quatrième segment, qui est très-grand dans cette espèce, ainsi que dans les deux qui suivent. Tête plus petite que le thorax. Longueur des antennes de la moitié du corps. Au contraire des autres Podures, cette espèce, ainsi que les deux suivantes, recherche les lieux secs et découverts.

10. Isotome des fenêtres, *Isotoma fænestrarum.*

3 millim. D'un gris jaune, tachée de brun.

Elle ressemble beaucoup à l'Isotome coureuse ; elle en diffère cependant, non-seulement par sa couleur, d'un gris jaune, mais encore par les taches brunes dont son corps est marqué : il y en a deux sur le deuxième segment abdominal, trois sur le suivant, et une au-dessous des yeux. Premier segment abdominal non bordé de noir; articles des antennes ayant leur sommet annelé de brun.

11. Isotome fusiforme, *Isotoma fusiformis.*

3 millim. Cendrée, corps parfaitement fusiforme.

Corps renflé dans son milieu et présentant exactement la forme d'un fuseau. Segments thoraciques et premiers segments abdominaux ne se recouvrant pas. Deux lignes sur le quatrième segment, terminées antérieurement par deux taches. Deux petites taches linéaires brunes sur les deuxième et troisième segments abdominaux, et quelques autres sur les côtés de l'abdomen et à l'anus. Thorax bordé, antérieurement et latéralement, de noir; corps garni d'un duvet blanc. Longueur des antennes comme les deux précédentes.

12. Isotome violette, *Isotoma violacea.*

1 millim. 1/2. D'un violet tendre, antennes fort courtes, corps à segments égaux.

Quelquefois d'un gris teinté de violet, d'un violet cuivreux. Corps alongé, allant un peu en diminuant, à extrémité obtuse, garni d'un duvet blanc et ayant tous ses segments à peu près égaux. Queue et pattes blanches ; celles-ci transparentes, avec une légère teinte violette. Antennes pas beaucoup plus longues que la tête. Cette Podure court fort vite, malgré sa petite taille, et se trouve sur les murs exposés au midi, dans les fentes des pierres et sous la mousse et le lichen qui les recouvrent.

5.e Genre, HYPOGASTRURE, Hypogastrura (Fig 8 et 9).

Corps toujours noir en-dessus, fort petit, antennes très-courtes, organe du saut placé sous le ventre.

Cette Podure, la plus petite de toutes, puisque sa taille n'excède pas un millimètre, est surtout remarquable par la forme et la situation de l'organe du saut et par l'appendice qui remplace, chez elle, le tube gastrique. Le premier de ces organes n'est pas ici, comme dans les autres genres, attaché à l'extrémité de l'abdomen (fig. 9 B) ; mais il a son insertion sous le quatrième segment abdominal, en avant duquel se trouve un petit creux qui tient lieu de rainure, et dans lequel je n'ai aperçu qu'un faible rudiment de fourchette. Sa tige est épaisse, large, trapézoïdale, et la fourche fort courte, n'atteignant pas le tube gastrique et ne dépassant guère le troisième segment. Il résulte de la situation de cet organe que, lorsqu'il est redressé, il ne se montre jamais en arrière, et que par conséquent la dénomination de queue ne lui convient pas plus que celle de Podure à l'insecte. Le tube gastrique, ou plutôt la partie relevée qui en tient lieu (fig. 9 A et 20), consiste en un tubercule à base

large et transversale, paraissant formé par un pli du ventre, offrant postérieurement un rebord, et dans son milieu une fente longue et très-apparente. L'abdomen de l'Hypogastrure est articulé en-dessous comme en-dessus, ce qui n'a pas lieu dans les autres Podures, à cause de la rainure ventrale; il va un peu en grossissant jusqu'au troisième segment inclusivement; à partir de ce point, il se rétrécit et se termine en pointe mousse. L'épiderme, chez cette Podure, est ondulé et comme boursoufflé en différents endroits, et l'on dirait que les articulations du corps sont formées par des rides de la peau. Chaque segment offre, à sa partie supérieure, deux points enfoncés et quelques petites dépressions sur les côtés. Le corps est aussi revêtu de deux sortes de poils, mais les longs sont rares. En avant du mésothorax, qui est transversal et exactement de la même forme que le métathorax, paraît un petit segment en forme de collier; c'est le prothorax qui, dans cette Podure, est très-apparent en-dessus. Les antennes sont grosses, de quatre articles, de la longueur de la tête, et paraissent vésiculeuses au microscope; elles sont un peu rétractiles, chaque article pouvant rentrer en partie dans le précédent, notamment les deux premiers. Il en est de même des pattes, qui sont grosses, courtes, transparentes, ayant une hanche formée par un gros tubercule, dans lequel elles peuvent s'enfoncer en grande partie. Le tarse n'a ordinairement qu'un crochet, le second n'étant que rudimentaire, et quelquefois remplacé par un poil. Les yeux sont formés de huit ocelles, placés sur une aire un peu enfoncée (fig. 24). L'Hypogastrure a un tic particulier : lorsqu'on l'inquiète elle saute rarement, mais elle contracte ses membres et contrefait le mort. Elle commence à paraître au mois de décembre, passe l'hiver et supporte sans périr les froids les plus intenses. C'est cette Podure qu'on rencontre, principalement au mois de février, rassemblée en quantité dans les chemins et sur les pierres calcaires, et ressemblant à de la

poudre qu'on y aurait répandue. On la trouve aussi sur l'eau, où elle est jetée par le vent et où elle se tient immobile. Sa multiplication est quelquefois aussi instantanée que prodigieuse, comme le prouve le fait que je vais rapporter.

Dans les premiers jours de février, pendant une gelée assez forte, mais le temps inclinant au dégel, je m'aperçus, en sortant le matin de chez moi, que la façade de ma maison, qui est en grande partie en pierres calcaires, avait contracté depuis la veille une teinte noirâtre. Surpris de ce changement de couleur, je m'approchai pour en reconnaître la cause. Je vis que cette couleur était occasionée par des myriades de Podures noires qui recouvraient presque en totalité la surface du mur. Elles étaient en si grand nombre que, sur un espace qui n'excédait pas six centimètres carrés, j'en comptai près de deux cents. Il y en avait partout, dans les portes, dans les embrâsures des fenêtres, mais principalement vers le bas du mur et dans les interstices des pierres, d'où elles semblaient sortir. L'eau de deux cuviers placés près du mur en avait sa surface également couverte. J'en trouvai jusque dans l'eau du puits. Quelques jours après, la gelée ayant recommencé, je m'attendais que tous ces insectes allaient disparaître : ils ne parurent pas même en souffrir. Seulement, pendant ce froid, leurs mouvements étaient plus lents, et ils s'aggloméraient en petits tas, comme pour opposer au froid, par leur réunion, une plus grande somme de résistance. Une circonstance surtout me frappa : l'eau des cuviers s'étant glacée, les Podures qui s'y trouvaient furent prises dans la glace ; le soleil ayant ensuite fait fondre cette glace, elles reparurent aussi vivantes qu'auparavant. On doit s'étonner que des insectes si tendres et si exigus supportent, sans en paraître incommodés, des degrés de froid qui font souvent périr des animaux infiniment plus grands et plus robustes. Le nombre de ces Podures diminua peu à peu, et au printemps il n'en restait plus qu'une petite partie. Pendant

deux mois que je les observai assidûment, je ne m'aperçus pas qu'elles changeassent ni de forme, ni de taille, ni de couleur. Je ne connais jusqu'ici qu'une seule espèce d'Hypogastrure.

Hypogastrure aquatique, *Hypogastrura aquatica*, *Podura aquatica*, Lin., Fab., Latr. Podure noire aquatique, Geoff., Degéer.

1 mill. D'un noir mat, ventre brun, pattes et queue d'un brun verdâtre, quelquefois d'un brun blanchâtre. Un segment en forme de collier entre la tête et le premier segment thoracique apparent.

Recherches sur l'usage du tube gastrique, et de la fourchette des Podures, sur leurs mœurs, leur station, leur génération, etc.

Tube gastrique. — Après beaucoup de recherches et d'expériences dans le but de découvrir quelles fonctions la nature, qui ne fait jamais rien en vain, pouvait avoir assignées au tube gastrique des Podures, j'ai cru reconnaître à cet organe plusieurs usages. Il m'a paru, 1.º qu'il servait à ces insectes pour se maintenir sur les surfaces perpendiculaires, non au moyen de filets gluants que Degéer dit avoir remarqués en pareil cas *dans les Sminthures* (1), mais en y faisant le vide. 2.º Que le liquide excrété par lui sert à humecter la queue et la rainure. 3.º Qu'il supplée à la faiblesse des pattes dans les chutes qui suivent les sauts. Quelques expériences m'ont paru révéler cette triple destination.

---

(1) Ces singuliers organes existent réellement chez les Sminthurés tels que les a décrits Degéer : mais ont-ils la destination qu'il leur attribue ? J'ai fait, pour m'en assurer, plusieurs expériences, et rien ne m'a prouvé qu'ils servissent à retenir l'insecte lorsqu'il grimpe ou qu'il saute sur des surfaces verticales.

Je mis dans un vase d'environ douze centimètres de hauteur un certain nombre de Podures prises dans les genres Macrotome, Hétérotome et Isotome. Pour sortir de ce vase, ayant à grimper sur une surface perpendiculaire très-polie, elles devaient employer toutes les ressources dont la nature les a douées pour la locomotion ascensionnelle, et je pouvais facilement, avec une loupe, examiner à travers les parois du vase toutes leurs allures, et l'usage qu'elles feraient de leur tube gastrique. Or voici ce que j'observai relativement à l'emploi de cet organe dans leurs ascensions. D'abord je n'aperçus aucun de ces filets dont sont pourvus les Sminthures, et je puis affirmer qu'ici ils n'existent pas : mais je remarquai, pendant leur marche sur une surface si glissante, que les pieds leur manquaient souvent. Dans ces moments critiques je les voyais alonger et appliquer promptement leur tube gastrique contre le verre, puis, après s'être arrêtées quelques secondes, le retirer et continuer de marcher, jusqu'à ce que, venant encore à glisser, elles se retenaient par le même moyen (1). Pendant que le tube gastrique était en action, je le voyais se raidir, et sa tête gonflée se coller en s'aplatissant contre le verre, de manière à intercepter tout passage à l'air extérieur, absolument comme la tête d'une sangsue qui s'attache et se suspend à la paroi du bocal où elle est renfermée. En un mot il m'a paru que cet organe faisait dans cette circonstance l'office de ventouse, et qu'il se comportait comme ferait un tube d'une matière molle et élastique avec lequel on ferait le vide en appuyant une de ses extrémités contre une surface solide. D'ailleurs on ne peut pas dire que l'adhérence du tube gastrique

(1) Il n'est cependant pas rare de voir en pareil cas des Podures qui, après s'être retenues plusieurs fois par leur tube gastrique, finissent par se laisser tomber ; soit que la fatigue épuise l'énergie de cet organe, soit qu'il ne soit pas toujours un moyen infaillible d'éviter une chute, soit enfin que l'instantanéité de leur chute ne leur laisse pas toujours le temps d'en faire usage.

au verre, adhérence qui retenait évidemment le corps de la Podure, était l'effet du liquide émis par cet organe. 1.° Ce liquide ne possède aucune viscosité; 2.° il ne paraît pas que l'émission ait lieu dans cette circonstance; car on n'en aperçoit aucune trace à l'endroit où le tube s'est appliqué.

La seconde destination de cet appendice résulte des considérations suivantes. On a vu que le tube gastrique est situé à l'extrémité antérieure de la rainure ventrale, entre les deux dents de la fourche qu'il tient un peu écartées. Un liquide sort de temps en temps par la fente du tube, et la Podure opère cette excrétion, à ce que j'ai cru remarquer, par le rapprochement des filets de la fourche. La queue et la rainure sont sans cesse humectées de ce liquide, qui paraît leur être indispensable. En effet, si l'on redresse la queue en arrière et qu'on la retienne quelque temps dans cette position, privée du liquide conservateur, elle ne tarde pas à se dessécher, les extrémités de la fourche se crispent, la rainure également desséchée se rétrécit et se referme, et si cet état se prolonge quelque temps, l'insecte lui-même périt. Le liquide excrété par le tube gastrique est donc également nécessaire et à la conservation de l'organe du saut et à celle de l'insecte.

Le troisième usage du tube gastrique ne paraît pas moins essentiel. J'ai dit que les Podures avaient les pattes peu flexibles, et tellement fragiles qu'elles se cassent au moindre effort. On peut présumer qu'elles se casseraient en effet souvent dans les chutes qu'elles font en sautant, si le tube gastrique ne venait en aide à leur faiblesse. Cet organe s'alonge alors, se raidit, et supportant en grande partie le poids du corps au moment où l'insecte retombe, il lui sert, pour ainsi dire, de parachute, en rompant par son élasticité la violence de la secousse. Une expérience fera comprendre que cet effet n'est pas imaginaire. Si l'on place une Podure sur un plan qu'on aura couvert de poussière, tant qu'elle ne fera que marcher, aucune poussière

ne s'attachera au tube gastrique que durant la progression elle tient un peu incliné en avant : mais si elle fait seulement un saut, qu'on examine la tête du tube, on la verra chargée de poussière, preuve qu'en retombant elle a appuyé sur le plan.

Le tube gastrique des Podures est donc à la fois un organe pneumatique, un organe excréteur, et un parachute.

Fourchette. — Ici les expériences manquent, et il est plus facile d'imaginer que de démontrer rationnellement le rôle que joue ce petit corps dans l'organisation de la Podure. Est-ce un organe générateur ? Ou bien a-t-il pour objet d'augmenter la force du ressort de la queue dans l'exécution du saut ? Ou bien est-il destiné à faciliter le dégagement de cet organe en le poussant hors de la rainure ? Ce que je puis dire, c'est qu'il m'est plus d'une fois arrivé qu'en voulant retirer la queue de sa cavité, alors qu'évidemment l'insecte ne s'aidait pas de sa fourchette, je n'y parvenais que difficilement, et bien souvent après l'avoir brisée.

Mœurs. — Les Podures ne manquent pas d'instinct, particulièrement de celui qui a pour objet la conservation individuelle. Leur corps mou et presque vésiculeux que le moindre choc peut détruire, et l'ardeur du soleil qu'elles ne peuvent supporter sans se dessécher, les portent à se cacher autant qu'elles peuvent et à chercher un refuge dans les lieux frais et obscurs. Lorsqu'on cherche à les prendre, elles s'échappent la plupart avec beaucoup de vivacité, et on les voit exécuter successivement pendant quelques secondes un grand nombre de sauts dirigés dans tous les sens, comme pour tromper l'œil de l'observateur. Elles ne cessent de sauter que lorsquelles ont trouvé un abri, tel qu'une crevasse, le dessous d'une motte de terre ou d'un brin d'herbe, où elles se cachent et se tiennent immobiles. Si on les chasse de nouveau de cette retraite, elles réitèrent la même manœuvre jusqu'à ce que la lassitude les oblige à rester en repos et à se laisser prendre. Rarement on les voit sauter, à

moins qu'elles ne soient inquiétées. Ce n'est pas, au reste, ainsi que le disent plusieurs entomologistes, en étendant leur queue en arrière et en frappant plusieurs fois le sol, que les Podures s'en servent pour sauter. Au contraire, si leur queue se trouve redressée par suite du saut qu'elles viennent de faire, elles la font toujours rentrer avant d'exécuter un nouveau saut. Je n'ai remarqué qu'un cas où elles se servent quelquefois de leur queue d'une autre manière ; c'est lorsqu'elles se trouvent sur le dos : il arrive parfois alors qu'elles ont de la peine à se retourner. Pour y parvenir plus facilement, elles frappent de leur queue le plan de position, et soulevant leur corps à l'aide de ce levier, elles lui font faire un demi-tour et se remettent ainsi sur leurs pieds. Il n'est pas plus vrai de dire qu'en sautant les Podures retombent toujours sur le dos. Ces chutes sur le dos ne sont dues qu'aux accidents du terrain qui empêchent les pattes, et principalement le tube gastrique, de trouver un point d'appui, et elles ont rarement lieu lorsque les Podures sautent sur un plan horizontal et uni. La longueur de leurs sauts est, pour l'ordinaire, en raison de leur taille, et peut aller, dans les plus grandes, à une quinzaine de centimètres. Le Lépidocyrte fait seul exception à cette règle. La portée de leur vue n'est guère que de six centimètres; elle ne s'étend donc pas, à beaucoup près, aussi loin que leurs sauts; ainsi elles ne peuvent juger, lorsqu'elles sautent, du lieu où elles retomberont, d'où vient sans doute que, lorsqu'elles se trouvent auprès de l'eau, on les voit souvent s'y précipiter. A cette cause peut se joindre encore la difficulté de diriger leurs regards en avant, cette direction leur étant cachée par les antennes derrière lesquelles les yeux sont placés.

Les Podures se nourrissent d'humus, ce dont on peut s'assurer en les mettant dans un vase avec un morceau de terre. On voit, en l'examinant quelques jours après, qu'elles l'ont creusé en tous sens, et que, partout où elles ont pu pénétrer,

elles en ont enlevé l'humus, en laissant à nu les autres parties. Elles peuvent cependant vivre quelque temps avec d'autres substances. Des Podures renfermées sans aucune nourriture ne vécurent que quelques heures. Ayant été remplacées par d'autres auxquelles j'ai donné successivement de l'herbe, des feuilles, de la viande, du pain, etc., les plus petites moururent au bout d'un jour les plus grandes vécurent plus long-temps, mais faibles et languissantes, tandis qu'en leur donnant un peu de terreau que j'avais soin de renouveler ou d'humecter de temps en temps, j'en ai conservé pendant plus de trois mois aussi vivantes que le premier jour. Je conclus de là que les Podures peuvent être considérées à la rigueur comme polyphages, mais que la terre, et particulièrement l'humus végétal, est leur aliment ordinaire.

Station. — Les Podures ne se nourrissant que de terre, il n'est pas naturel qu'elles se tiennent sur les végétaux. Aussi en ai-je rarement rencontré sur les plantes, si ce n'est quelquefois sur le gazon, sous lequel elles préfèrent se cacher. Elles n'habitent pas plus sur l'eau, quoi qu'on en dise, que sur les plantes. A la vérité on en voit assez souvent à la surface de l'eau, les unes sautant, les autres sans mouvement; mais il ne faut que les observer pour juger à leur malaise et aux efforts qu'elles font pour s'en tirer que l'eau n'est pas du tout leur séjour habituel. Si au bout de quelques instants elles ne parviennent pas à en sortir, elles cessent de s'agiter, semblent se résigner à leur sort, et restent immobiles sur l'eau : dans cet état elles peuvent encore vivre plusieurs jours. Au reste, j'ai remarqué que les grandes Podures s'en retirent assez facilement; mais les petites y périssent presque toujours.

Quoique les Podures ne se tiennent guère que sur la terre, elles n'habitent pas les mêmes localités. Les Macrotomes habitent principalement les bois, où on les trouve au pied des vieux arbres, sous la mousse, rarement sous les écorces, plus

souvent dans les sentiers et sous le gazon qui les borde. Quelques espèces se tiennent sous les pierres et le bois pourri. C'est là qu'on trouve également le Lépidocyrte. Les Hétérotomes fixent leur séjour au pied des vieux murs, dans les décombres, dans les détritus végétaux, sous le vieux bois. Les Isotomes préfèrent les sentiers des jardins, ceux des champs, et en général les terres noires et grasses : quelques espèces se tiennent aussi sous les pierres, d'autres sous les vieilles écorces et dans les lieux arides et découverts. Enfin on trouve l'Hypogastrure sur les pierres, sur les vieux murs en pierres calcaires, sur la terre au bas de ces murs, et quelquefois le long des chemins.

A l'exception du Lépidocyrte, que je n'ai pas encore rencontré l'hiver, on trouve des Podures à toutes les époques de l'année, même pendant les froids les plus rigoureux. Au cœur de l'hiver, par un froid de — 6° (R), j'ai trouvé des Macrotomes et des Hétérotomes sous des feuilles sèches couvertes d'un pied de neige. L'Hypogastrure est la seule qui se montre alors; toutes les autres se cachent sous les débris végétaux où elles se tiennent immobiles, mais non engourdies; car si l'on remue les objets qui leur servent d'abri, on les voit sauter comme à l'ordinaire. Celles qu'on trouve sur la neige et sur la glace sont des Podures que le vent, ou quelque autre cause, a chassées de leur retraite. Elles n'y sont pas plus à leur aise que sur l'eau; elles témoignent la même inquiétude, sautant et courant en quête d'une habitation moins incommode. Si alors on leur présente un morceau de terre, elles s'y portent et ne le quittent plus. Si on les met dans un vase dont le fond soit couvert de neige, elles quitteront la neige pour s'attacher à la paroi. Enfin si on les force de rester en contact avec la neige, elles périssent en assez peu de temps, sans même en excepter celle appelée assez improprement Podure de la neige. L'Hypogastrure seule oppose à la présence du fluide glacé une résistance prolongée.

Quoiqu'on trouve des Podures en tout temps, il importe de

remarquer que le choix de l'époque n'est pas indifférent pour se livrer avec succès à leur observation. Ces insectes en effet croissent journellement et changent de couleur dans leur jeunesse. Il en est même, telles que les Isotomes, chez qui certains organes n'achèvent de se développer qu'assez de temps après leur naissance. Dès lors on conçoit qu'on s'exposerait à commettre de graves erreurs, surtout dans la description, ou dans la détermination des espèces, si l'on observait les Podures avant qu'elles aient atteint tout leur accroissement. L'époque la plus convenable pour cette étude est la fin de l'automne et le mois de mars. C'est à la première de ces époques qu'ont été faites la plupart des observations qui servent de base à ce mémoire. Ces observations ont ensuite été répétées et vérifiées avec soin pendant et après l'hiver sur un grand nombre d'individus dont l'état adulte ne pouvait alors être douteux.

Génération. — On croit généralement que les Podures sont ovipares. Moi aussi j'ai d'abord partagé cette opinion, sur la foi de plusieurs entomologistes, et dans cette persuasion, voulant vérifier ce fait, j'ai long-temps cherché, et toujours vainement, les œufs des Podures. Ayant remarqué que les jeunes Podures commençaient à paraître aux mois de mai et de septembre, je renfermais dans des vases des Podures recueillies quelque temps avant ces époques; puis, jusqu'au moment où se montraient les jeunes, je m'occupais de chercher les œufs. Les jeunes Podures ne manquaient jamais de paraître en plus ou moins grand nombre; mais quelque assiduité et quelque attention que j'apportasse dans mes recherches, jamais je n'ai pu découvrir un seul œuf. L'oviparisme des Podures me paraît donc une chose pour le moins douteuse.

Si l'on excepte les Isotomes qui, comme on l'a vu, éprouvent une métamorphose partielle, les autres Podures conservent toute leur vie leur forme primitive, à la grosseur près. Toutes sont blanches en naissant. Ignorant cette particularité, j'avais

d'abord pris pour des espèces particulières plusieurs Podures blanches fort petites trouvées dans l'eau et sur la terre. J'eus bientôt occasion de m'assurer que c'était là, non leur couleur naturelle, mais leur couleur native. Ce fait, que j'ai constaté de manière à ne laisser aucun doute, joint à ce que je n'ai jamais trouvé de Podures blanches dans l'âge adulte, me fait présumer que les espèces de Podures blanches signalées par Linné ne sont autres que de jeunes Podures que ce grand naturaliste aurait vues se colorer par la suite, si, connaissant le moyen de les conserver, il avait pu les observer de nouveau dans leur état adulte. Le corps des jeunes Podures prend d'abord, suivant le genre et l'espèce, différentes couleurs qui ne sont elles-mêmes que passagères, et auxquelles doit succéder la couleur propre à l'espèce, que l'insecte conserve, avec peu de variation, toute sa vie.

Le changement de peau chez les Podures ne peut être mis en doute, bien qu'il ne soit pas facile de déterminer combien de fois et à quelles époques de leur existence ce phénomène a lieu. Il semblerait que l'époque de la mue est quelquefois volontaire de la part des Podures. Deux Podures étaient restées suspendues à la paroi du vase où je les déposais, par l'effet de la matière glutineuse qui s'était attachée à leur corps en les prenant (1). Les ayant laissées dans cette position, et voulant m'assurer le lendemain si elles vivaient encore, je vis qu'elles étaient parties en y laissant leur peau. Cette enveloppe au reste est toujours complète, et offre exactement toutes les parties extérieures de l'animal; tête, antennes, queue, pattes, poils,

---

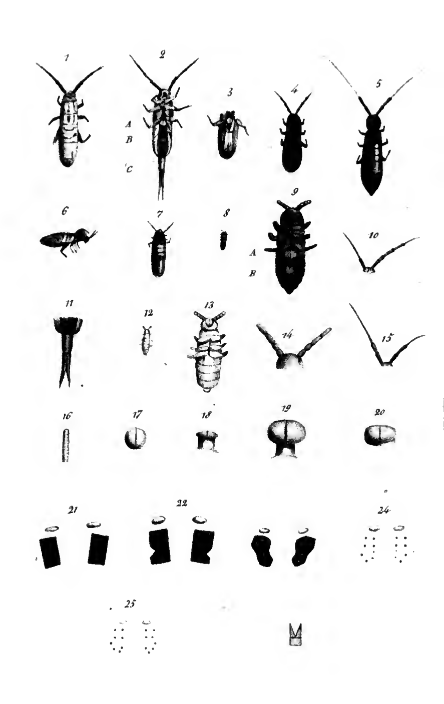
(1) Les Podures sont la plupart si petites et leur corps est si tendre, qu'il est difficile de les prendre, soit avec les doigts, soit avec la pince à insectes, sans les écraser : le meilleur moyen est d'enduire d'une substance grasse ou glutineuse les branches de la pince ; en les posant légèrement sur l'insecte, on l'enlève par le dos sans le blesser.

tout s'y retrouve, au point qu'il arrive souveut de la prendre pour l'insecte lui-même. Au moment où la peau se détache du corps, déjà de nouveaux poils sont repoussés et ne sont pas moins longs que les premiers. Ils sont d'abord couchés sur le corps; mais peu d'instants après ils se redressent, et offrent alors une ressemblance parfaite avec ceux qu'ils remplacent.

Il ne paraît pas que les Podures soient douées de la faculté de reproduire leurs membres. Plusieurs fois je leur ai enlevé tout ou partie d'une antenne, d'une patte, ou de la queue, ayant soin que l'ablation de ces parties eût lieu, soit à leur origine, soit aux articulations. Cette opération était toujours suivie d'une hémorrhagie assez forte, qui, sans faire périr l'animal, l'affaiblissait beaucoup : mais jamais ces membres ne repoussèrent, quoique la plupart de ces Podures ainsi mutilées aient encore vécu pendant assez de temps, et fait plusieurs mues.

Beaucoup de Podures, arrivées au terme de leur existence, se comportent à peu près comme font les chenilles au moment de leur passage à l'état de nymphe. Après s'être fixées au moyen de quelques fils soyeux, elles s'engourdissent; leur corps se gonfle, perd ses villosités, puis il se dessèche, et la Podure meurt, sans espérer la brillante résurrection réservée à celles-là.

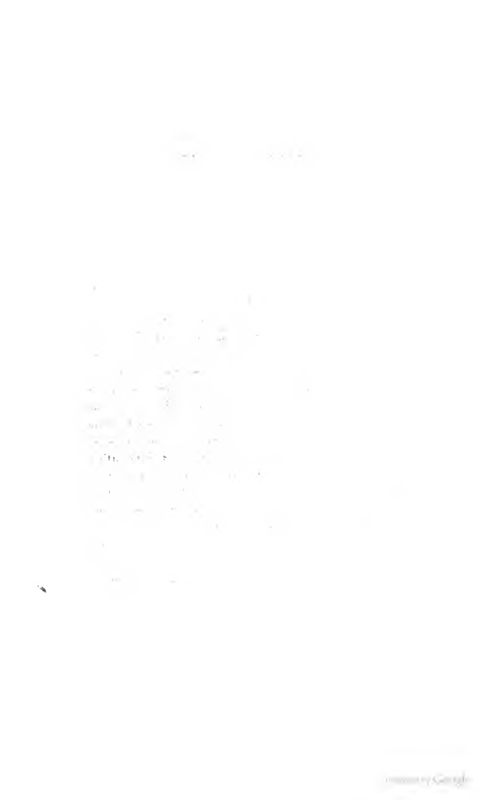




1
2
A
B
C
3
4
5
6
7
8
9
A
B
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
24
25

EXPLICATION DES FIGURES.

1. Hétérotome jaunâtre. — 2. La même, vue en-dessous. — A. Tube gastrique. — B. Fourchette. — C. Queue redressée en arrière. — 3. Partie postérieure de la même avec la queue repliée en-dessous. — 4. Isotome verte. — 5. Macrotome plombée. — 6. Lépidocyrte vu de côté. — 7. Le même vu en-dessus. — 8. Hypogastrure. — 9. La même grossie, vue en-dessous. — A. Tube gastrique. — B. Organe du saut. — 10. Tête d'Hétérotome avec une antenne de cinq articles et l'autre de deux. — 11. Partie de la même grossie, avec la queue redressée. — 12. Jeune Isotome. — 13. La même, grossie et vue en-dessous. — 14. Tête de jeune Macrotome grossie, avec les antennes de quatre articles. — 15. Antennes de la Macrotome. — 16. Partie du troisième article des antennes de la même, grossie pour en faire voir les anneaux. — 17. Tête du tube gastrique grossie et vue en-dessus. — 18. Tube gastrique grossi vu en arrière. — 19. Le même gonflé. — 20. Tube gastrique de l'Hypogastrure. — 21. Aire des yeux de l'Isotome, avec la position des ocelles. — 22. La même chez l'Hétérotome. — 23. La même chez la Macrotome. — 24. Position des ocelles chez l'Hypogastrure. — 25. Position des ocelles chez le Lépidocyrte. — 26. Fourchette grossie.



CATALOGUE DES OISEAUX

OBSERVÉS EN EUROPE, PRINCIPALEMENT EN FRANCE,

ET SURTOUT DANS LE NORD DE CE ROYAUME.

1.er Ordre.

EXPLICATION DES ABRÉVIATIONS.

Lin............	Linnæus, *Systema naturæ*, 13.e édition, par J. Frid. Gmelin.
Lath............	Latham, *Index ornithologicus*.
Vieill...........	Vieillot.
Cuv.............	Georges Cuvier.
Less.............	R. P. Lesson, Traité d'ornithologie et compléments de Buffon.
Dum.............	Duméril.
Tem.............	C.-J. Temminck.
Mey.............	Meyer.
Latr.............	Latreille.
Illig.............	Illiger.
de Bl............	de Blainville.
Vig..............	Vigors.
Briss............	Brisson.
Savig............	Savigny.
R................	Polydore Roux.
Licht............	Lichtenstein.
Bonap...........	Charles Bonaparte.
Gm..............	Gmelin, *Systema naturæ*, 13.e édition.
Levaill..........	Levaillant, oiseaux d'Afrique, d'Amérique et des Indes.
Pal..............	Pallas.
Riss.............	Risso.
Bechst...........	Bechstein.
enl..............	planches enluminées de Buffon.
Encycl...........	Encyclopédie méthodique.
Morée...........	Expédition scientifique de Morée.
Dict. pitto........	Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle et des phénomènes de la nature.
Atl..............	Atlas du Traité d'ornithologie, par R. P. Lesson.
Egypte..........	Oiseaux de Syrie et d'Egypte, par Savigny.
pl. col...........	Planches coloriées, faisant suite à celles enluminées de Buffon, par Temminck et Meffrein-Laugier.
Ois. d'Amériq. Sept.	Oiseaux d'Amérique septentrionale, par Vieillot.
pl...............	planche.
f................	figure.

OISEAUX

OBSERVÉS EN EUROPE, PRINCIPALEMENT EN FRANCE, SURTOUT DANS LE NORD DE CE ROYAUME, AVEC DES NOTES CRITIQUES, DES OBSERVATIONS NOUVELLES ET LA DESCRIPTION DES ESPÈCES QUI N'ONT PAS ÉTÉ DÉCRITES DANS LE MANUEL D'ORNITHOLOGIE DE M. TEMMINCK ;

Par M. C.-D. Degland, docteur en médecine, membre résidant.

AVERTISSEMENT.

Je donne sous ce titre la nomenclature des Oiseaux qui se reproduisent ou qui passent en Europe. J'ai pris pour base les travaux de Vieillot et de Temminck, et j'ai suivi la classification du premier. Je me suis attaché à relever les erreurs commises par ces deux naturalistes, à indiquer les particularités importantes négligées par les auteurs, et à donner une synonymie exacte.

D'après l'extension que l'ornithologie européenne a prise depuis quelques années, un ouvrage de ce genre n'était pas chose facile. Il a fallu étendre mes recherches sur tous les points du continent. Des naturalistes et des amateurs instruits ont bien voulu m'aider dans cette entreprise et me faire part de leurs découvertes. Je dois principalement des remerciements à M. le professeur Schinz, à Zurich; M. Jules de Lamotte, à Abbeville; M. Descourtils, à Montreuil-sur-Mer; M. Delahaye, à Amiens; M. Deméézemaker, à Bergues; M. Philippe, à Bagnères de Bigorre, etc.

C'est à l'aide de ces moyens, d'une collection presque complète des Oiseaux indigènes recueillis avec le plus grand soin,

et quinze années d'observations, que je crois avoir à-peu-près formé le tableau, non-seulement des Oiseaux propres à l'Europe, mais encore de ceux qui y passent chaque année ou qui n'y paraissent que de loin en loin ou accidentellement.

Les ouvrages de Linnée, de Brisson, de Buffon, de Latham, de Cuvier, de Brehm, de Lesson, et du malheureux Polydore Roux, qu'une mort prématurée a enlevé à la science et à l'amitié, m'ont été également d'une grande utilité. J'ai puisé aussi dans les recueils périodiques, dans quelques catalogues ou faunes publiés en France et à l'étranger, ainsi que dans les mémoires de plusieurs sociétés savantes.

1.er ORDRE.

Oiseaux de proie ou Accipitres, *Accipitres*, Lin., Latr., Vieill., Cuv., Less.; *Rapaces*, Dum., Mey., Tem.; *Raptatores*, Illig., de Bl.; *Raptores*, Vig.

Cet ordre comprend les Vautours, les Gypaëtes, les Faucons et les Chouettes. On le divise généralement en deux tribus, d'après la forme de la tête et la situation des yeux.

1.re tribu. ACCIPITRES DIURNES.

1.re famille. VAUTOURINS, Vieill., Latr.; *Nudicolles* ou *Ptilodères*, Dum.; *Vautours*, Savig., Cuv., Less.; *Vulturini*, Illig.; *Vulturidæ*, Vig.

Cette famille est composée des Vautours et des Percnoptères de Cuvier.

1.er genre. Vautour, *Vultur*, Lin., Lath., Briss., Vieill., Cuv., Dum., Tem., Less.

Il n'existe que deux Vautours en Europe, l'Arrian et le Griffon. On prétend que l'on y a vu accidentellement l'Oricou,

Vultur auricularis, Lath., qui habite les hautes montagnes du Midi de l'Afrique. Cet oiseau est figuré dans l'ouvrage de Levaillant, pl. 9; les Annales du Muséum, t. 2, pl. 20, et dans l'Encyclopédie méthodique, pl. 231, f. 4. N'ayant pu obtenir aucun renseignement satisfaisant sur son apparition, je ne puis l'admettre comme européen. Il est possible cependant qu'il visite accidentellement les îles du sud de l'Europe.

Vautour noir ou Arrian, *Vultur niger*, Vieill.; *Ægypius niger*, Savig.; *V. cinereus*, Lin., Tem., Cuv.; *V. arrianus*, Picot de Lapeyrouse; Vautour ou grand Vautour, Buf.; enl. 425, l'adulte; encycl., pl. 196, sous le nom de Vautour d'Arabie; pl. 2, R.; Atl., pl. 5, f. 2 (1).

Habite le sud et le sud-est de l'Europe, et la France sur les Pyrénées. Accidentellement en Provence et en Languedoc. J'en ai un qui a été tué, en 1831, près de Bilbao, et que je dois à l'obligeance de M. Darracq, de Bayonne. M. le professeur Schinz, de Zurich, m'écrit qu'on ne le trouve pas en Suisse. M. Tscharner, de Berne, fait la même remarque à l'auteur du Manuel ornithologique.

L'Arrian arrive dans les Hautes-Pyrénées, en juin, et part en octobre pour se rendre en Espagne, où il paraît hiverner. Du moins il n'est pas rare, dans les beaux jours de la saison froide, de le voir apparaître dans les environs de Bagnères de Bigorre, et fuir avec la rapidité de l'éclair aussitôt qu'il a ravi sa proie.

Il y niche sur les pics les plus escarpés. Son aire est vaste et construite de petits morceaux de bois gros comme le doigt et plus petits, toujours dans un enfoncement de roc vif. La ponte est de deux œufs blancs, rugueux, nuancés de fauve

(1) Type du genre *Ægypius*, Savig.

très-clair, et mouchetés, vers le gros bout, de taches brunes. Dans les Pyrénées-Occidentales, les localités qu'il préfère sont les monts Arsamendi, Mousson, Reihoura, la Rhum, et surtout les montagnes des Aldudes, où il est très-redouté des pâtres (1).

Le Vautour arrian a l'iris brun-clair; le bec et les ongles noirs; la cire et les doigts couleur de chair tirant sur le violet. Il atteint son plumage parfait à l'âge de six ans, du moins en captivité. Il est alors d'un brun foncé ou noirâtre; jusqu'à sa quatrième année il est brun fauve. J'ai vu à la ménagerie de Paris, des individus d'Égypte et de l'Inde qui m'ont offert une légère différence dépendante sans doute de l'âge et de la captivité.

La femelle ressemble au mâle. Des auteurs prétendent néanmoins qu'elle est plus grosse et a une teinte plus sombre. Les jeunes ont le cou garni de duvet gris-brunâtre.

Ce Vautour n'est pas aussi lâche et aussi stupide qu'on le dit. M. Philippe, naturaliste, à Bagnères, en nourrit un mâle depuis six ans: il répond à sa voix et se défend avec courage contre de gros chiens. Lorsqu'il lui présente un chat ou un agneau, il se sert de ses ailes pour l'arrêter, et, dès qu'il l'a saisi, il lui ouvre la tête à grands coups de bec, puis il le dépèce pour s'en repaître. On s'est donc trompé en avançant qu'il ne se nourrit pas d'êtres vivants, et que le plus petit animal lui fait peur.

Vautour fauve ou Griffon, *Vultur vulgaris*, Vieill.; *Gyps vulgaris*, Savig.; *V. fulvus*, Lin., Briss., Vieill., Tem.; *V. percnopterus* et *fulvus*, Lath.; percnoptère enl. 426; encycl., pl. 195 fig. 4, le jeune, 197 fig. 2, l'adulte; pl. 3, R. le jeune (2).

---

(1) Voyez *Catalogue des oiseaux du département des Landes et des Pyrénées-Occidentales*, par M. Darracq, pharmacien, à Saint-Esprit, près Bayonne.

(2) Type du genre *Gyps*, Savig.

Habite les régions méridionales de l'Europe : commun sur les Pyrénées, en Grèce et en Dalmatie, où il paraît sédentaire. On le trouve quelquefois dans la Provence, et n'a été vu qu'accidentellement en Suisse, dans le Languedoc et dans le Nord de la France. On l'a tué près d'Armentières, en juillet 1828. M. Baillon en a un jeune dans sa collection, désigné sous le nom de *Vultur kolbii*, qui a été tiré près d'Abbeville.

Le Griffon a l'iris brun et non d'un bel orangé, comme le dit Vieillot. Il ne manque pas de courage; attaque des animaux vivants, et se défend même contre l'homme. M. Temminck dit que, dans la Dalmatie et dans les îles de la Méditerranée, les pâtres le redoutent beaucoup comme dévastateur des troupeaux. Il est susceptible de recevoir une certaine éducation. J'ai vu un bateleur parcourir les rues de Lille avec un Griffon qui obéissait à son commandement. Il le faisait changer de place, tourner, baisser ou élever la tête à volonté.

Suivant le naturaliste dont je viens de parler, il niche en Sardaigne sur les plus hauts chênes, et construit une aire de buchettes et de racines, de trois pieds de diamètre. Dans les Pyrénées, il place son nid sur les rochers les plus escarpés. Sa ponte est de deux œufs gris verdâtre, rugueux et sans taches. Je possède un œuf que j'ai vu pondre en captivité.

Les jeunes diffèrent des vieux : Au lieu de plumes blanches soyeuses paraissant être du duvet alongé, ils ont au bas du col de longues plumes effilées, de la même couleur que le corps, qui est d'un gris brun roussâtre, plus foncé en-dessus qu'en-dessous. C'est à l'âge de trois à quatre ans que ces plumes tombent pour faire place au duvet long et touffu qui est l'apanage des adultes. Le vieux est gris tirant sur le bleuâtre.

Le Chasse-Fiente de Levaillant, *Vultur kolbii*, Lath., dont parle M. Temminck dans la troisième partie du Manuel ornithologique, est un jeune Griffon et non une autre espèce, de passage accidentel en Europe.

2.e genre. PERCNOPTÈRE, NÉOPHRON, CATHARTE, *Neophron*, Savig., Vieill.; *Vultur*, Lin., Lath.; *Cathartes*, Illig., Tem.

Ce genre ne comprend qu'une espèce.

NÉOPHRON PERCNOPTÈRE ou CATHARTE ALIMOCHE, *Neophron percnopterus*, Savig., Vieill., Less.; *Vultur percnopterus*, *Leucocephalos* et *Fuscus*, Gm.; *Vultur ægyptius*, *Fuscus* et *Leucocephalos*, Briss.; Vautour de Malte, enl. 427, jeune; Vautour de Norwège, enl. 429, adulte; Poule de Pharaon, Encycl., pl. 201, fig. 3; pl. 4, R., vieux mâle, pl. 5 jeune; atl., pl. 6, fig. 1.

Habite les Pyrénées, où il n'est pas rare, et se propage dans les creux de rochers inaccessibles. On le voit assez souvent dans les environs d'Arles et de Bagnères de Bigorre. On l'a rencontré en Suisse, près de Genève, et on l'a tué plusieurs fois en Angleterre. Il est commun, assure-t-on, à l'île d'Elbe et en Toscane. Ceux que l'on reçoit de Marseille viennent ordinairement d'Afrique, où ils sont très-abondants et protégés en certaines localités. Ils sont plus gros et d'un blanc moins sale que les individus d'Europe.

Quoique l'on prétende le contraire, la femelle et le mâle se ressemblent. La première est seulement un peu plus forte. Le plumage des jeunes est brun, varié de blanc et de taches rousses longitudinales sur le col, la poitrine et l'abdomen.

L'individu décrit par P. Roux pour la femelle est un jeune. Ce n'est qu'à la troisième mue qu'il prend la livrée blanche.

L'iris est rouge orange et non brun, ainsi que le dit M. Temminck.

2.e famille. GYPAETES, Vieill.; PHÈNE, Savig.; VAUTOURS, Cuv., Less.; PLUMICOLES ou CRUPHODÈRES, Dum.; VAUTOURINS, Latr.

Cette famille ne comprend que le genre suivant :

3.e genre. **Phène**, *Phene*, Savig., Vieill.; Griffon, *Gypaetos*, Cuv.; Gypaëte, *Gypaetus*, Tem.; *Gyptus*, Dum.; *Falco*, Lin.; *Vultur*, Briss., Lath.

Ce genre est formé par une seule espèce que l'on trouve non-seulement en Europe, mais aussi en Afrique et en Asie.

Phène ou Gypaëte des Alpes, *Phene ossifraga*, Savig., Vieill.; *Vultur aureus*, Briss.; *V. barbatus* et *Falco barbatus*, Gm.; *Gypaetos barbatus*, Cuv., Tem.; *Læmmer geyer* ou Vautour des agneaux, Cuv.; pl. col. 431, l'adulte; pl. 5 *bis*, R., le jeune; Encycl., pl. 196, fig. 3, sous le nom de Vautour barbu; atl., pl. 6, fig. 2.

On le dit commun en Sardaigne et très-rare en Suisse. On le voit assez souvent en France, sur les Pyrénées, où il se propage dans des fentes de rochers escarpés; mais il est difficile de tirer les vieux, qui s'approchent peu des lieux habités. J'ai un mâle adulte qui a été tué à la Paillotte, un jeune près de Bayonne, et un sujet de deux ans près de Tarbes. M. Darracq en a vu plusieurs le même jour dans les montagnes de la Navarre.

L'oiseau adulte et les jeunes diffèrent tellement entre eux, qu'ils ont été considérés comme des individus d'espèces différentes. La femelle est plus forte que le mâle, elle a cinq pouces de plus de longueur; les plumes du col sont d'un roux plus pâle; les mouchetures des parties supérieures d'un jaune moins vif, et les plumes des culottes moins longues, ainsi que la barbe. Le Gypaëte n'atteint son plumage parfait qu'à la septième et huitième année, du moins en captivité. Il naît couvert de duvet brun, plus foncé à la tête et au col. Sa ponte serait, d'après M. Temminck, de deux œufs rugueux, blancs, tachetés de brun; M. Brehm a observé que l'œuf d'une femelle, tuée lorsqu'elle allait pondre, était entièrement blanc.

Je ne conçois pas, d'après la conformation des serres du

Gypaëte, qu'il puisse enlever des enfants et porter sa proie dans son aire pour la dévorer, comme on le dit généralement. Il doit se percher très-peu. Il a, à l'état adulte, l'iris blanc avec le tour rouge et non orange, ainsi que l'indique M. Temminck. L'iris du jeune est brun clair, entouré également de rouge.

On trouve cet oiseau non-seulement en Europe ; mais aussi en Égypte et eu Syrie, au cap de Bonne-Espérance et en Sibérie. Ceux du Cap que j'ai vus étaient plus forts et plus roux que ceux des Pyrénées.

3.e famille. ACCIPITRINS, Vieill.; PLUMICOLLES ou PTILODÈRES, Dum.; FAUCONS, Cuv.; *Falconidæ*, Vig.; FALCONÉES, Less.

Cette famille comprend les Aigles, Pygargues, Balbusards, Busards, Buses, Milans, Couhyehs ou Élanions et Faucons, que M. Temminck classe dans le grand genre *Falco* de Linnée et de Latham. Vieillot et d'autres ornithologistes en ont formé des genres particuliers, et quoi qu'en dise M. Temminck, ils ont établi par cette division des groupes parfaitement distincts, qui rendent les recherches plus faciles.

4.e genre. AIGLE, *Aquila*, Briss., Dum., Cuv., Vieill., Less.; *Falco*, Lin., Lath., Tem.

Ce genre n'est composé que des Aigles proprement dits ; qui sont l'Aigle fauve, l'Aigle impérial, le petit Aigle, l'Aigle botté et l'Aigle Bonelli.

Outre les caractères généraux du grand genre *Falco* de Linnée, les Aigles ont le bec droit à la base, les ailes longues atteignant l'extrémité de la queue ; les tarses courts, entièrement emplumés, et les doigts extérieurs unis à leur base par un repli membraneux.

AIGLE FAUVE, AIGLE COMMUN, AIGLE ROYAL, *Aquila fulva* et

Chrysaëtos, Vieill.; *Falco fulvus*, *niger* et *melanaëtos*, Gm.; *Aquila regia*, Less.; enl. 409, le jeune sous le nom d'Aigle commun, 410 l'adulte sous celui de grand Aigle ou Aigle royal; Encycl., pl. 199, fig. 3 et 4, et pl. 200; pl. 6, R.; atl., pl. 8, fig. 1; Dict. pitto., pl. 7, fig. 1.

Habite principalement le nord et l'ouest de l'Europe: assez commun en Suisse, moins abondant sur les Pyrénées; très-rare, quoi qu'en dise M. Temminck, dans la forêt de Fontainebleau; accidentellement dans l'est et dans le nord de la France. Un aubergiste de Poperingue en trouva un nid, il y a vingt-six ans environ, dans la forêt de Winendal; il prit le jeune qui l'habitait, l'éleva et le fit voir aux voyageurs qui descendirent chez lui.

L'Aigle a l'iris brun-roux: les jeunes diffèrent des vieux non-seulement par la queue, mais encore par des teintes générales plus claires. Le mâle n'a guère plus de trois pieds de longueur; la femelle a six pouces de plus.

Les individus qui ont la queue noirâtre avec des bandes transversales, cendrées et irrégulières, sont considérés comme ayant atteint leur plumage parfait; ceux qui l'ont blanche dans la moitié supérieure seraient des jeunes. Cuvier désigne les premiers sous le nom d'Aigle royal, *Falco chrysaëtos*, Gm.; les derniers sous celui d'Aigle commun, *Falco fulvus*, Gm.

Un Aigle mâle que je possède et qui a été tiré dans la forêt de Fontainebleau, est sensiblement moins gros et plus petit que ceux que j'ai reçus de la Suisse, des hautes Alpes et des Pyrénées. Serait-ce l'*Aquila minuta* du pasteur Brehm? Cette espèce offrirait-elle deux races, ou le volume et la taille dépendraient-ils du climat? Je laisse le soin de résoudre ces questions aux naturalistes qui habitent les lieux où nichent ces oiseaux, qui peuvent observer leurs mœurs et apprécier tous les changements que l'âge leur fait éprouver. Toutefois j'ai cru remarquer que les Aigles tués en France et en Suisse étaient plus

petits que ceux rapportés du nord de l'Europe. M. Delamotte n'a vu dans les cabinets qu'il a visités en Suède et en Norwège que des Aigles avec les tarses et les jambes blancs, qui lui ont paru plus grands que ceux du centre de l'Europe.

L'*Aquila alba* de Brisson est une variété de cette espèce.

Aigle de Thèbes ou Aigle impérial, *Aquila heliaca*, Savig., Vieill., Cuv.; *Falco imperialis*, Tem.; pl. col. 151 l'adulte, 152 le jeune; Dict. pitto., pl. 8, fig. 1 l'adulte. Egypte; pl. 12, sujet d'un à deux ans.

Habite les contrées méridionales de l'Europe. M. Philippe m'annonce qu'on le trouve, mais très-rarement, dans les Hautes-Pyrénées, où il niche sur les rochers inaccessibles, y choisit les endroits les plus déserts, et émigre de bonne heure. Il habiterait aussi les grandes forêts de l'est, et serait commun en Égypte, suivant les auteurs. Quoi qu'il en soit, c'est un oiseau très-rare, qui manque dans la plupart des collections de France et dont l'histoire paraît se confondre avec celle de l'espèce précédente.

Il a, d'après M. Temminck, l'iris d'un jaune blanchâtre, et brun clair suivant M. Philippe, qui assure avoir tué cet Oiseau. L'Aigle Mogilnik, *Falco Mogilnik* Gm., trouvé en Russie dans les déserts qui bordent le Tanaïs, paraît appartenir à cette espèce. Des naturalistes cependant le rapportent à l'Aigle commun ou au petit Aigle.

Petit Aigle, Aigle criard ou plaintif, *Aquila planga*, Vieill.; *Aquila nævia*, Briss.; *Falco nævius* et *maculatus*, Gm.; Aigle tacheté, Cuv.; *Falco nævius*, Temm.; *Aquila melanaetos*, Savig.; *Aquila fusca*, Briss.; pl. 7 R., le jeune mâle; pl. 8, jeune femelle; Égypte, pl. 1, l'adulte, pl. 2, jeune de l'année après la mue.

Cette espèce est rare et recherchée en France. Elle paraît

habiter de préférence les hautes montagnes du Midi de l'Europe et l'Afrique. C'est à tort que M. Temminck dit qu'elle est commune en Suisse. On la trouve sur les Hautes-Pyrénées, qu'elle quitte en hiver. Elle y niche dans les forêts de sapins et de chênes. Ses œufs, au nombre de deux ou trois, sont blancs, tachetés de brun-rouge, plus ou moins foncés, suivant l'âge. M. Philippe me mande que plus l'oiseau est âgé plus ses œufs sont nets en couleur. Ceux de la femelle d'un an seraient ternes, d'après cet observateur ; il en serait de même de tous les Oiseaux de proie grands ou petits.

L'Aigle criard est de passage irrégulier dans la Provence et nos départements septentrionaux, encore n'y voit-on que de jeunes individus. On en tire de temps en temps dans les bois qui avoisinent la mer, entre Montreuil et Abbeville. J'en possède un trouvé sur le marché de Lille, en octobre 1814.

Les vieux sont bruns ; les jeunes plus ou moins tachetés. Le mâle est beaucoup plus petit que la femelle. Cet oiseau a son plumage parfait à l'âge de quatre ans. L'iris est brun roux.

Aigle botté, *Aquila pennata*, Br.; *Falco pennatus*, Lin., Briss., Tem.; *Buteo pennatus*, Vieill.; pl., col. 33, mâle adulte.

Habite particulièrement les contrées orientales. Rare en France : on l'a tué à Meudon en mars 1826 ; à Saint-Étienne, près de Bayonne ; dans les environs de Saumur et de Bagnères de Bigorre. On le trouve dans les forêts de Baugé et dans les Hautes-Pyrénées, où il choisit les forêts en plaine et niche sur les plus hauts arbres. Sa ponte, d'après M. Philippe, serait de deux œufs, rarement trois, blanc-mat, tachetés légèrement de roussâtre. Le mâle différerait peu de la femelle, et ils émigreraient de bonne heure. Un beau mâle adulte, tué en mai 1838 dans les environs de Bagnères, et qui m'a été envoyé par ce naturaliste, avait l'iris brun tirant sur le

roux. Cette membrane serait jaune d'après M. Temminck.

Aigle bonelli, *Aquila fasciata*, Vieill., Br.; *Falco Bonelli*, Tem.; pl., col. 288, femelle non adulte.

Habite la Sardaigne et la Grèce; tué dans la Provence et près de Fontainebleau. Suivant M. Verdot, médecin, il nicherait quelquefois sur les rochers escarpés des Bouches-du-Rhône, près de Salon.

Cet Oiseau, très-rare en France, a été décrit par Vieillot dans l'Encyclopédie méthodique (1); par M. le chevalier Albert de la Marmora (2); dans les mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin (3), et récemment par M. Temminck (4).

M. de la Marmora a déterminé et décrit les différences d'âge d'après plus de vingt-cinq individus pris en Sardaigne, dans les environs de Cagliari. Il a joint à son mémoire six figures coloriées qui représentent des sujets d'un an, de trois ans, et vieux ou au-delà de quatre ans, vus en-dessus et en-dessous. M. Temminck s'est évidemment servi de ce travail dans la troisième partie du Manuel d'ornithologie, où il traite de l'Aigle Bonelli.

Iris jaune pâle dans le jeune et brun chez l'adulte.

5.e Genre. **Pygargue**, *Haliæetus*, Savig., Vieill., Less.; *Falco*, Lin., Tem.; *Aquila*, Br.

Les Pygargues ne diffèrent des Aigles que par leurs tarses, qui sont en parties nus, leurs doigts entièrement séparés, et par l'ongle intermédiaire, qui est pectiné du côté interne. Deux espèces seulement habitent l'Europe.

---

(1) *Ornithologie*, p. 1191.
(2) Lieutenant-colonel au corps royal d'état-major général du roi de Sardaigne.
(3) Tome XXXVII.
(4) Voyez *Manuel d'ornithologie*, 3.e partie.



PYGARGUE, *Haliæetus nisus*, Savig., Vieill., Less.; *Aquila albicilla* et *ossifraga*, Briss.; *Falco albicilla*, *albicaudus* et *ossifragus*, Gm.; *Falco albicilla*, Tem.; enl. 112, sous le nom de grand Aigle de mer; 415, un sujet plus âgé sous le nom de grand Pygargue; pl. 9, R., une femelle ou un jeune; Encycl. pl. 102, fig. 1, désigné sous le nom d'Orfraie ou Aigle de mer.

Habitant le nord et le nord-est de l'Europe, et de passage en France. On en a tiré sur tous les points du département du Nord. On en voit chaque année, dans les environs de Montreuil-sur-Mer, où ils arrivent en octobre et en novembre, probablement chassés par le froid qui se fait sentir à ces époques en Norwège, où ils sont communs. Ils nous quittent à la fin de février ou au commencement de mars pour retourner dans le nord. Ce sont presque tous jeunes individus qui viennent nous visiter.

Abondant en hiver sur le littoral du Danemarck; très-rare en Provence, où son apparition n'est qu'accidentelle; tué dans tous les états de l'Allemagne et en Suisse, dans cette saison.

On dit que les jeunes naissent couverts de duvet blanc sur la tête et gris sur le reste du corps. Les œufs du Pygargue, au nombre de deux, seraient blanc grisâtre et rugueux.

Iris brun clair chez un vieux que je possède, et qui a été pris sur les bords du Rhin; brun roux chez un jeune qui a été tiré sur les côtes de Dunkerque, en novembre 1834, et un autre plus âgé, tué en janvier 1836, qui se trouvent également dans ma collection.

On admet généralement deux espèces de Pygargue en Europe. Celui de cet article est l'Aigle à tête blanche, *Falco leucocephalus*, Tem. M. Brehm a voulu en établir une troisième espèce, l'*Aquila borealis*, qu'il a cru suffisamment caractérisée par des dimensions plus grandes, par des protubérances occipitales et une queue en forme de coin, à pennes étroites et

plus longues que celles du Pygargue proprement dit (1). Mais d'après des recherches faites avec soin, et les observations de M. Jules Delamotte, je me crois fondé à ne considérer ces prétendus caractères spécifiques que comme des particularités propres au jeune âge de l'*Haliæetus nisus*. En effet, dans le premier âge, cet Oiseau a la queue et les ailes plus longues que dans l'état adulte, et l'on trouve les protubérances occipitales sur des individus à queue courte. Voici ce que m'écrit à ce sujet cet amateur, dont l'opinion est d'un grand poids en ornithologie.

« On m'a apporté, en février, un Aigle pygargue plus avancé en âge que ceux que l'on trouve ici. Il avait le bec presque jaune et le plumage bariolé de plumes brunes et blondes. Tout me faisait penser que cet Oiseau était un passage du jeune âge à l'état adulte. Il avait la queue courte et les protubérances du crâne très-prononcées. En examinant les ailes, j'ai remarqué que des pennes étaient d'une couleur plus pâle les unes que les autres ; que celles plus pâles étaient usées, et bien certainement des plumes de l'année qui n'étaient pas tombées à la mue ; mais ce qui m'a surtout étonné, c'est que ces mêmes plumes, quoique usées, étaient de trois quarts de pouce plus longues que leurs voisines et taillées en fer de lance, tandis que celles-ci étaient coupées carrément. J'ai de suite examiné des Aigles (pygargues) qui se trouvent dans la collection de M. Baillon : Ceux à longue queue ont les plumes des ailes en fer de lance, ceux à queue courte et qui sont des individus adultes, les ont carrées. J'ai aussi examiné les Pygargues de mon cabinet, au nombre de six, et ai fait les mêmes remarques. D'où je conclus avec mon ami, M. de Cosset, dont les recherches ont donné des résultats semblables, que les Pygargues à tubérosités occipi-

(1) *Ornis*, 1 cahier. Iéna, 1824.

tales et à queue plus longue, sont des jeunes de l'*Albicilla ;* que cet Oiseau, dans le premier âge, a la queue et les ailes plus longues, et que les caractères sur lesquels on veut fonder une nouvelle espèce ne sont pas admissibles, puisqu'on retrouve les protubérances occipitales chez les individus adultes à queue courte. »

Quoi qu'il en soit, l'*Aquila borealis,* suivant M. Brehm, habiterait les bords de la mer du Nord jusqu'à l'île de Rugen ; serait commun sur les rochers maritimes de l'Islande et de la Norwège, et ferait quelquefois en hiver une apparition dans le centre de l'Allemagne. Ce serait le plus terrible et le plus féroce des Aigles; il attaquerait les grands animaux et même l'homme, lorsqu'il serait en compagnie ou poussé par la faim.

Pygargue à tête et queue blanches, *Haliæetus leucocephalus,* Vieill.; *Falco leucocephalus*, Lin., Tem.; *Aquila leucocephalos*, Briss.; *Aquila leucocephala*, Br.; enl. 411, oiseau adulte, sous le nom d'Aigle à tête blanche. Oiseau d'Amérique septentrionale, pl. 3.

Habite plus particulièrement le nord de l'Amérique. Un jeune de cette espèce a été tiré près de Montreuil-sur-Mer, par M. Havez, qui le conserve dans son cabinet. M. Philippe l'a tué, en 1836, sur les Pyrénées, du côté de l'Espagne.

On dit qu'il est commun dans les îles l'Hoffodes et qu'il niche dans celle Valroé. M. Brehm assure qu'on le voit quelquefois sur les côtes maritimes de l'Allemagne.

L'iris est blanc jaunâtre chez l'adulte; brun pâle dans le jeune âge.

Cette espèce a été confondue avec la précédente par le savant auteur du Dictionnaire d'histoire naturelle. Il est cependant facile de les distinguer l'une de l'autre. Si on en croit M. Temminck, on confond souvent les jeunes de ces espèces, qui se ressemblent, dit-il, presque à s'y méprendre. La seule diffé-

rence un peu marquée qu'il ait trouvée réside dans la longueur de la queue, qui est un peu plus étendue dans le *Leucocephalus*. Mais est-il certain que cet auteur n'a pas pris le jeune *Albicilla* pour celui de son Aigle à queue blanche. Ce qu'il a écrit à cet égard laisse tant à désirer que cela doit engager les personnes qui, par leur position, peuvent observer ces oiseaux à faire de nouvelles recherches.

6.e Genre Balbuzard, *Pandion*, Savig., Vieill., Cuv., Less.; *Falco*, Lin., Tem.; *Aquila*, Dum., Br.

Les Balbuzards diffèrent des Aigles et des Pygargues; ils ont les tarses entièrement nus, les ongles arrondis en-dessous et non creux comme les précédents. Il n'existe en Europe que l'espèce suivante :

Balbuzard, *Pandion fluvialis*, Savig., Vieill.; Aigle de mer, Briss.; *Falco haliæetos*, Lin., Tem.; *Aquila haliæetos*, Br.; Tappe-à-Bremmes de nos campagnards; enl. 414 me paraît représenter un jeune; pl. 11, R., l'adulte; encycl., pl. 202, fig. 3; atl., pl. 9, fig. 1.

Il se trouve partout en Europe. On le dit commun en Suisse et en Allemagne.

Il n'est pas rare en Bourgogne et dans les Vosges. On le voit dans la Provence à différentes époques de l'année; il est de passage dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme en octobre et en novembre. Il en est venu un nombre si considérable en automne 1819, qu'on en a tué jusque dans les fossés de la ville de Lille. Tous se ressemblaient plus ou moins et avaient le dos et les couvertures des ailes variés de roux grisâtre; l'iris était d'un beau jaune.

Quoique le Balbuzard vive principalement de poissons, il se jette quelquefois sur les oiseaux de marais. J'en ai vu tirer un qui poursuivait un canard.

7.ᵉ genre. Circaète, *Circaëtus*, Vieill., Cuv., Less.; *Falco*, Lin., Tem.; *Aquila*, Br.

Les Circaëtes tiennent à la fois du Pygargue, du Balbuzard, de la Buse et du Busard. Ils ont les ailes longues du premier, les tarses réticulés du second, la physionomie et le port de la troisième, et les pieds longs comme le dernier. C'est d'après ces attributs que Vieillot a isolé génériquement l'espèce d'Europe, et l'a désignée sous le nom de Circaëte, *Circus aquila.*

Jean-le-Blanc, *Circaëtus gallicus*, Vieill., Cuv., Less.; *Pygargus*, Briss.; *Falco brachydactylus*, Tem.; *Aquila brachydactyla*, Br.; enl. 413; pl. 12, R.; Encycl., pl. 202, fig. 2. Mauvaise figure.

Le Jean-le-Blanc, qui était si commun en France du temps de Belon et même lorsque Brisson écrivait, est devenu très-rare. Il habite encore les Vosges, les montagnes des départements du Var et des Hautes-Pyrénées.

Un couple, m'écrit M. Philippe, niche tous les ans dans une forêt près d'ici (Bagnères de Bigorre); pond deux œufs, petits, ronds, blancs et lustrés. Nos campagnards le redoutent beaucoup, à cause qu'il enlève chaque jour leur volaille. On a tué le Jean-le-Blanc au Tronquoi, près de Saint-Quentin, et il a été envoyé à M. Descourtils, qui le conserve dans son cabinet. Il avait l'iris jaune paille.

8.ᵉ genre. Épervier, *Sparvius*, Vieill.; *Dædalion*, Savig.; *Nisus*, Cuv.; *Falco*, Lin., Tem.; *Astur*, Dum.

Les oiseaux d'Europe compris dans ce genre sont au nombre de trois: l'Épervier commun, le grand Épervier et l'Autour. Les Éperviers se distinguent des Accipitres précédents par des attributs qui leur sont propres. Ils ont le bec courbé dès la base, les narines glabres et presque ovales, les tarses longs et grêles, la queue longue et les ailes courtes. Les Autours ne diffèrent des

Éperviers que par des nuances insensibles ; ils ont seulement le bec un peu plus gros, les tarses moins longs, plus épais; une aille plus forte et plus ramassée. Vieillot les a divisés en deux ections, à cause de ces différences, et Cuvier en a fait deux genres (1).

ÉPERVIER commun, *Sparvius nisus*, Vieill.; *Dædalion fringillarius*, Savig.; *Accipiter*, Briss.; *Nisus communis*, Cuv.; *Falco nisus*, Lin., Tem.; enl. 467, mâle adulte, sous le nom de Tiercelet hagard d'Épervier; 412, une vieille femelle; pl. 42, R., mâle adulte, 43, jeune de l'année, 44, femelle adulte; Encycl., pl. 205, fig. 4.

L'Epervier est répandu dans toute l'Europe; on le voit depuis la Suède jusqu'en Afrique. Il se fait prendre chaque année aux filets derrière la citadelle de Lille, en s'élançant avec impétuosité sur les moquettes que l'on fait remuer. Un épervier mâle adulte, que je possède, poursuivant un moineau, entra avec cette fringille dans une maison habitée, et fut pris au moment qu'il saisissait sa proie.

Ce sont presque tous jeunes et principalement des femelles que nous voyons en octobre, novembre, décembre et mars, époques de leurs passages. Les vieux paraissent rares dans le département du Nord.

L'iris est d'un jaune brillant. Chez un vieux qui se trouve dans la collection de M. Faille, amateur de Lille, l'iris était d'une couleur orange rouge.

GRAND ÉPERVIER, *Sparvius nisus major*, Meissner.

Cet Oiseau est peu connu. M. le professeur Schinz et M. Jules Delamotte le regardent comme une vieille femelle de l'espèce précédente. M. Temminck n'ose en affirmer ni nier l'existence,

(1) *Nisus* et *Astur*.

n'ayant pas vu de sujets désignés sous ce nom. Ayant été assez heureux pour en obtenir une femelle, tuée près d'Amiens, et d'en voir un mâle dans le cabinet de M. Delabaye, qui a été également tiré près de cette ville, je vais essayer de décrire cette espèce.

Bec conformé différemment de celui de l'Épervier commun, plus alongé et non courbé dès la base; cire jaunâtre; iris orange-rouge; tarses jaune citron, plus longs de trois lignes que ceux de la vieille femelle du *Falco nisus;* même taille dans le mâle et la femelle, égalant celle de cette dernière; tête d'un cendré brun, tachetée de blanc à la nuque, avec des raies de cette couleur au-dessus des yeux; parties supérieures du corps brunâtres, comme la tête; parties inférieures rayées transversalement de brun roussâtre sur un fond blanc, avec une teinte rousse prononcée sur les côtés de la poitrine et de la face antérieure du col, chez le mâle; queue longue offrant des bandes transversales semblables à celles que l'on observe sur la vieille femelle de l'Épervier vulgaire. Les deux individus que je connais paraissent être adultes, et ont été tirés en automne.

Ils diffèrent du *Sparvius nisus* par le bec, qui a une forme toute particulière, par la plus grande taille du mâle, par les tarses plus longs et la couleur de l'iris. M. Delahaye m'assure que cet Épervier est décrit et figuré par M. Naumann, dont l'ouvrage, que je ne connais pas, paraît justement estimé par les naturalistes.

Autour, *Sparvius palumbarius*, Vieill.; *Dædalion palumbarius*, Savig., Less.; *Falco palumbarius*, Lin., Tem.; *Astur*, Briss.; enl. 418 l'adulte, 425 et 461 jeunes; pl. 45, R., mâle adulte.

Suivant M. Temminck, l'Autour est un Oiseau de passage qui vient du nord et hiverne dans le midi. On le dit commun en

Allemagne et en Suisse. Ceux que je possède viennent de la Lorraine. Il niche sur les rochers escarpés des Hautes-Pyrénées. Sa ponte ordinaire est de deux œufs.

Un jeune en mue, tiré près de Lille, le 1.er septembre 1834, avait l'iris blanc jaunâtre, la cire jaune verdâtre; les tarses jaune citron et les commissures du bec plus jaunes que la cire.

9.e genre. BUSARD, *Circus*, Savig., Vieill., Cuv.; *Falco*, Lin., Lath., Tem.; *Buteo*, Dum.

Les Busards offrent des caractères qui les font distinguer des autres accipitres. Ils ont le corps délié, élancé; la queue et les ailes longues; les tarses longs et grêles; le bec médiocre, comprimé, presque droit, et garni d'une cire velue à sa base; les narines oblongues, couvertes en partie de poils roides. La plupart portent une sorte de collerette formée de plumes serrées ou frisées, immédiatement au-dessous des oreilles, comme les *Strix*. Ils servent, pour ainsi dire, de passage des Oiseaux de proie diurnes aux nocturnes. Ce genre comprend cinq espèces, dont quatre sont généralement admises, savoir : le Busard des marais, la Harpaie, l'oiseau St.-Martin, le Busard montagu et le pâle. M. Temminck parle d'un Oiseau décrit et figuré par Nilsson, sous le nom de *Falco longipes*, et qui pourrait être une nouvelle espèce de Busard, quoiqu'il lui trouve de l'analogie avec la Bondrée.

BUSARD DES MARAIS, *Circus æruginosus*, Savig., Vieill., Less.; *Falco æruginosus*, Lath.; *Falco rufus*, Lin., Tem.; *Circus palustris*, Briss.; écouve, écouvette de nos campagnards; enl. 423, un jeune, 424 l'adulte; pl. 13, R., la femelle.

Habite la France : sédentaire et point rare dans les environs de Lille, où il couve dans les marais, se nourrit de poissons et d'oiseaux aquatiques. Ses œufs, au nombre de trois ou quatre, sont blanc bleuâtre et non tachetés de brun.

M. Temminck persiste, dans son supplément au Manuel d'ornithologie, à considérer cet Oiseau comme un individu de l'espèce suivante ou Harpaie. Celle-ci serait, suivant lui, un Busard adulte ou vieux, et les jeunes de l'année ou après la première mue, des Busards de marais. Leurs dissemblances cependant sont constantes dans tous les âges, et il ne suffit, comme le fait observer Vieillot, que de les avoir sous les yeux pour juger qu'ils constituent deux espèces très-distinctes.

Le Busard très-vieux n'a pas été décrit. La couleur dominante de son plumage est d'un brun mêlé d'une teinte cendrée, la queue est d'un gris roussâtre, la tête blanche, à cause de l'usée de l'extrémité des plumes, qui est surtout prononcée à l'époque de la mue.

L'iris est brun roux, plus foncé chez les jeunes sujets.

J'ai dans ma collection un individu qui est de couleur chocolat uniforme, avec une plaque roussâtre à la nuque.

Harpaie, *Circus rufus*, Briss., Savig., Vieill., Less.; *Falco rufus*, Lin., Tem.; enl. 460.

La Harpaie est très-rare dans les environs de Lille. On la voit chaque année dans les Moëres de Dunkerque, où elle paraît nicher. Elle diffère du Busard des marais, à toutes les époques de la vie, non-seulement par le plumage, mais encore par les proportions du corps, du bec, des tarses et des ongles.

Le mâle est sensiblement plus petit que la femelle, et aurait l'iris jaune d'après Vieillot.

Cette espèce est parfaitement décrite dans le nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, deuxième édition, et dans l'Encyclopédie méthodique.

Busard St.-Martin ou Soubuse, *Circus gallinarius*, Savig., Vieill.; *Falco torquatus*, Briss.; la femelle; *Falco bohemicus*, *Cyaneus*, *Pygargus*, *Griseus*, *Montanus*, Gm.; *Falco cyaneus*,

Tem.; enl. 459, mâle adulte; 443, femelle adulte, 480 jeune mâle; pl. 16, R., mâle, 17, femelle; Encycl., pl. 205, fig. 1, Soubuse.

Partout en Europe. On le dit commun en Russie et en Sibérie; rare en Provence, dans les Hautes-Pyrénées, et dans le nord de la France. Il niche cependant dans nos marais boisés, principalement dans les environs d'Abbeville et de Montreuil-sur-Mer. On en a trouvé un nid, il y a quelques années, près de Lille, dans le marais de Santes. Il était placé sur un petit monticule au milieu de l'eau. J'en fis prendre les petits, qui étaient au nombre de quatre. Le père vint tournoyer très-près de l'individu qui les prit, comme pour défendre sa progéniture. Ils vécurent un ou deux mois ensemble et en assez bonne intelligence. Ils se tenaient presque constamment à terre, sur un grès ou une pièce de bois. Malheureusement ils furent étranglés par un chien.

Suivant M. Temminck, il établirait le plus souvent son nid au milieu des champs. Ses œufs, au nombre de trois ou quatre, seraient, d'après M. Philippe, d'un bleu clair, chez les individus adultes, et d'un blanc bleuâtre chez les jeunes sujets.

Une femelle adulte tuée près de Lille, le 2 septembre 1835, avait l'iris brun roux. Un jeune mâle l'avait brun foncé, ainsi que les petits que j'ai fait prendre dans le nid.

Busard montagu ou cendré, *Circus montagui*, Vieill.; *Falco cinereus*, Tem.; pl. 18, R., le mâle, 19 la femelle.

Habite particulièrement les contrées septentrionales de l'Europe, et serait commun en Dalmatie, en Hongrie, en Pologne et en Hollande. De passage en Provence et en d'autres localités de la France.

Il a l'iris jaune, et offre de grandes variations dans le plumage. Il y a des mâles dont les parties inférieures sont presqu'entièrement blanches, sans raies longitudinales rousses. I

en est d'autres dont les raies longitudinales sont d'un roux très-foncé et qui se prolongent jusque sous la gorge. Une femelle tuée avec son mâle durant l'incubation avait toutes les parties supérieures d'un brun roux uniforme. Les vieilles femelles ont souvent les parties inférieures privées de raies longitudinales que l'on remarque sur celles moins âgées. Les jeunes sont d'un brun roux, avec chaque plume bordée de roux plus clair.

Cette espèce a été confondue avec la précédente, dont les habitudes sont à-peu-près les mêmes. Elle niche en petit nombre dans les environs de Montreuil-sur-Mer, ainsi que dans d'autres endroits des anciennes provinces de l'Artois et de la Picardie. Elle arrive à la mi-avril et part à la fin de juillet, et dans le courant d'août. M. Descourtils a souvent trouvé dans l'estomac des débris de grenouilles et des lézards entiers; plus fréquemment encore des petits et des œufs de rousserolles et de fauvettes phragmites. Il conserve les œufs intacts et font partie de sa collection.

La voracité du Busard Montagu est très-grande. Cet amateur tenant ensemble plusieurs jeunes individus dans la même volière, ils finirent par s'entretuer et se dévorer. Une femelle entr'autres, qui avait mangé ses frères et sœurs, succomba quelques jours après, des suites de ses blessures.

Busard pale, *Circus pallidus*, Sykes; *Falco pallidus*, Feldegg; *Cinereus*, Bonap.

Cet oiseau se rapproche beaucoup du Busard St.-Martin, et peut-être n'en est-il qu'une variété. J'en ai vu plusieurs chez M. Boissonneau, marchand d'objets d'histoire naturelle, à Paris, qui m'a dit les avoir reçus de la Dalmatie. Ils ne m'ont paru différer de l'oiseau St.-Martin adulte que par une teinte grise plus claire et le croupion blanc en-dessus linéolé de brun.

M. le lieutenant-colonel Sykes, qui a trouvé le *Circus*



pallidus dans l'Inde, dit qu'il a l'iris d'un jaune verdâtre.

10.e genre. BUSE, *Buteo*, Briss., Vieill., Cuv., Dum.; *Falco*, Lin., Lath., Tem.

Les Buses sont faciles à distinguer des Busards. Elles ont le corps ramassé, trapu, la tête assez large; le lorum garni de quelques poils ou couvert de plumes en forme d'écailles; le bec courbé dès la base, sans cire poilue; les narines arrondies, ouvertes dans presque toute leur étendue; les ailes assez longues, la queue égale; les tarses gros, courts, nus ou vêtus. Quatre espèces sont admises : la Buse commune, la Pojana, la Bondrée et la Buse pattue. Vieillot en a décrit une autre sous le nom de Buse changeante, mais qui pourrait n'être qu'une variété de la Buse commune.

BUSE VULGAIRE, ou à poitrine barrée, *Buteo fasciatus*, Vieill.; *Falco buteo*, Lin., Tem.; *Buteo*, Briss.; vulgairement Bruyer; enl. 419; pl. 20, R., mâle, 21, jeune; Encycl., pl. 202, fig. 4.

Sédentaire et commune en France; niche dans nos bois. Elle est très-sujette à varier; quoi qu'en dise Vieillot, peu d'entre elles se ressemblent, et cet auteur a pris bien certainement des variétés de cette espèce pour des jeunes de la Buse changeante.

La Buse a l'iris brun roux : elle s'apprivoise facilement quand on la tient en captivité. J'en ai vu une qui vivait en bonne intelligence avec un chien de chasse. Elle partageait même sa nourriture avec lui. Lorsqu'on la chagrinait, elle sautait quelques pas en arrière et prenait une position grotesque, en hérissant ses plumes, ouvrant son bec, et tenant la langue avancée; elle poussait en même temps un cri aigu fort désagréable.

Les *Falco variegatus*, *Glaucopis*, *Versicolor* et *Albidus*, Gm., sont probablement des individus de cette espèce.

Buse changeante, *Buteo mutanus*, Vieill.; *Falco buteo*, Tem.; pl. 22, R.

Vieillot lui rapporte les *Falco albidus* et *versicolor*, Gm. Rare partout en France. Elle passe dans nos départements septentrionaux de loin en loin. M. Temminck la considère comme une variété d'âge de la Buse commune ou à poitrine barrée. Vieillot prétend au contraire que c'est une espèce distincte, qui, outre les différences physiques, a des habitudes et des mœurs qui lui sont propres.

Cette divergence d'opinion entre deux savants naturalistes doit engager les ornithologistes à observer, à l'occasion, les individus vivants, à les étudier avec soin; peut-être décideront-ils la question. C'est à cette fin que je l'indique.

Elle aurait, d'après Vieillot, l'iris couleur noisette jaunâtre, et émigrerait l'hiver.

Celles de mon cabinet viennent de la Lorraine, et ne diffèrent de la Buse que par le plumage.

Buse pojana, *Falco pojana*, Savi.

Connue et vendue en France sous le nom de Buse de Portugal, d'où elle aurait été envoyée à M. Boissonneau, marchand, à Paris.

On assure qu'elle habite l'île de Candie, qu'elle n'est pas rare en Italie, et qu'elle est décrite dans la faune de cette contrée par Charles Bonaparte. Elle est indiquée par M. Savi, dans le catalogue des oiseaux de la Toscane.

La Pojana est de la grosseur de la Buse ordinaire; brune en-dessus, avec les bords de chaque plume roux; blanche en-dessous, avec des raies longitudinales brunes, lancéolées; ses rémiges sont brunes en-dehors et blanches en-dedans, dans les trois quarts de leur étendue; les quatre premières sont échancrées vers l'union du quart inférieur avec le moyen; la queue est rousse et grise, rayée transversalement de brun

plus foncé en-dessus qu'en-dessous. Les rectrices sont au nombre de douze. Tel est un individu que j'ai acheté à M. Boissonneau. Un autre, que j'ai également reçu de ce marchand, a les couleurs plus foncées, mais distribuées de la même manière.

Bondrée, *Buteo apivorus*, Briss., Vieill.; *Falco apivorus*, Gm., Tem.; *Pernis communis*, Cuv., Less.; enl. 420 le mâle; pl. 23, R., femelle adulte, 24, jeune de l'année (1).

Habite de préférence les contrées orientales; rare dans le nord de la France. Nous ne la voyons qu'en septembre, octobre, et au commencement de novembre. Elle niche cependant dans la forêt de Mormal et dans celle d'Hesdin, où une femelle a été prise dans le nid, en 1827. On la trouve en Auvergne et dans les Hautes-Pyrénées. J'en ai eu plusieurs qui ont été tirées dans la forêt de Phalempin, et une près de Tournai.

Chez des jeunes tués à la fin d'août, l'iris était d'un gris brun tirant sur le vert. Cette membrane serait jaune citron, d'après M. Philippe, chez les sujets adultes et vieux.

Le plumage de la Bondrée varie depuis sa naissance jusqu'à sa vieillesse; peu d'individus se ressemblent entièrement, aussi les descriptions des auteurs laissent-elles beaucoup à désirer.

Buse pattue ou Lagopède, *Buteo lagopus*, Vieill.; *Falco lagopus*, Lin., Tem.; *Archibuteo planiceps* et *alticeps*, Br.; *Butaetes lagopus*, Less.; pl. 25, R. (2).

Très-répandue et presque partout en Europe. Elle est en plus grand nombre dans le nord, où elle niche; de passage non régulier dans le département du Nord, où l'on en prend quelquefois aux filets, dans le courant d'octobre. Elle varie

(1) Cet oiseau constitue le sous-genre *Pernis*, Cuv., Less.

(2) Type du genre *Archibuteo*, Br., et *Butaetes*, Less.



beaucoup et a l'iris brun. J'en ai reçu une de New-Yorck qui ne diffère pas des nôtres.

11.e genre. Milan, *Milvus*, Vieill., Cuv., Less.; *Falco*, Linn., Lath., Tem.

Les Milans ont des caractères génériques qui les distinguent des Accipitres précédents. On les reconnaîtra facilement à leur bec petit et faible, par rapport à leur taille; à leurs tarses courts et écussonnés; leurs ailes très-longues et leur queue fourchue. Deux espèces seulement existent en Europe : le Milan royal et le Milan noir ou étolien. On prétend néanmoins qu'une troisième espèce, indigène au nord de l'Amérique, a été tirée en Angleterre, le Milan de la Caroline, *Falco furcatus* des auteurs. Je ne l'admets pas comme européen parce que je n'ai pu me procurer des renseignements satisfaisants relativement à son apparition dans la Grande-Bretagne; qu'il est possible qu'il ne soit offert comme tel par des marchands anglais et français que pour le faire payer plus cher.

Milan royal ou commun, *Milvus regalis*, Briss., Vieill., *Milvus ictinus*, Savig.; *Falco milvus*, Gm., Tem.; enl. 422, me paraît être une femelle; pl. 26, R., le mâle, 27 la femelle.

Habite la France. Nous ne le voyons dans le département du Nord que dans les hivers rigoureux et toujours isolément. L'on en tire quelquefois en octobre dans les environs d'Amiens. Le 15 novembre 1837, j'en ai trouvé une femelle sur le marché de Lille. Il est rare dans l'est du royaume; de passage accidentel dans le Bas-Languedoc, et sédentaire dans le département des Landes. Il niche en petit nombre dans la Provence et en plus grand nombre dans les Hautes-Pyrénées. Il établit son aire suivant les localités, sur un rocher ou sur un arbre élevé. Ses œufs, au nombre de deux et de trois ou quatre, suivant M. Temminck, sont plus ou moins blancs et tachetés de roux,

selon l'âge des couples. On le trouve en Suisse, et on le dit commun en Danemarck. Il a l'iris jaune.

MILAN NOIR OU ÉTOLIEN, *Milvus Œtolius*, Savig., Vieill.; *Falco ater*, Gm., Tem.; enl. 472, me paraît un jeune; pl. 28, R.; atl., pl. 14, fig. 1; Égypte, pl. 3, fig. 1, jeune de deux ans.

Plus rare que le précédent en France. On le voit presque toute l'année planer sur l'Adour, entre Bayonne et l'embouchure de cette rivière (1). De passage non régulier dans la Lorraine, le Bas-Languedoc, les Hautes-Pyrénées, et en Suisse, sur les bords du lac de Genève, où il va chercher sa nourriture, qui consiste en petits poissons et en libellules. Il paraît habiter plus particulièrement l'Afrique, et être commun au Japon. Je l'ai reçu de la Lorraine, où il niche quelquefois.

12.e genre. COUHIEH, *Elanus*, Savig.; *Elanoides*, Vieill., Cuv.; *Falco*, Lin., Lath., Tem.; *Nauclerus*, Vig., Less.

Ce genre a pour type le Blac, *Falco melanopterus*, Lath. Il a été séparé des Milans à cause de ses tarses très-courts, réticulés, moitié enplumés; son bec court, sa cire poilue, et ses narines garnies de soie à la base.

COUHIEH OU ÉLANION BLAC, *Elanus cœsius*, Savig.; *Falco melanopterus*, Lath, Tem.; *Falco ægyptius ater*, Gm.; *Elanoides cœsius*, Vieill.; Levaillant, pl. 36, l'adulte, 37, le jeune; Égypte, pl. 2, fig. 2.

Accidentellement en Europe. Il a été tiré plusieurs fois en France, en Espagne et en Allemagne. En mai 1830, un individu de cette espèce a été tué à Cassel, département du Nord, et envoyé à M. Duthoit, de Dunkerque, qui le conserve dans son cabinet. Il habite toute l'Afrique et les Indes-Orientales.

---

(1) M. Darracq, ouvrage cité.

Iris orange, d'après M. Temminck, qui a décrit cet Oiseau dans la troisième partie du Manuel d'ornithologie.

13.e genre. FAUCON, *Falco*, Lin., Lath., Vieill., Cuv., Dum., Tem.

Ce genre, tel qu'il a été réduit par Vieillot, est ainsi caractérisé :

Bec garni d'une cire et courbé dès la base; mandibule supérieure armée, à son extrémité, d'une ou deux dents, remplacées quelquefois par un simple feston ; mandibule inférieure échancrée à sa pointe; tubercule lisse et isolé au centre des narines, qui sont orbiculaires; tarses courts; doigts forts, les antérieurs réunis à leur base ; ongles courbés, acérés et presque égaux.

On l'a divisé en deux sections, d'après l'existence d'une ou plusieurs dents au bec, ou seulement d'un feston, sans échancrure prononcée à la mandibule inférieure (1).

Les Faucons subissent tant de variations dans le plumage depuis la jeunesse jusqu'à la vieillesse, qu'il n'est pas facile de faire disparaître tous les doubles emplois qui existent dans les auteurs. On reconnait généralement les suivants comme espèces authentiques: Faucon commun, Faucon concolore, Cresserelle, Emérillon ou Rochier, Hobereau, Cresserelette, Faucon cobez, Gerfault et Lanier. Les deux derniers appartiennent à la deuxième section, et les autres à la première.

FAUCON COMMUN OU PÈLERIN, *Falco peregrinus*, Lin., Vieill., Tem.; *Falco*, Briss.; *Falco communis*, Gm., Savig.; enl. 421, mâle adulte, 430, femelle adulte, sous le nom de Lanier, 470, le jeune, sous le nom de Faucon sors, *Falco hornotinus*, Gm.,

(1) Cuvier a fait de la 2.e section le sous-genre *Hierofalco*, et M. Lesson a suivi son exemple.

450, vieux mâle, 469, jeune mâle, sous le nom de Faucon noir ou passager, *Falco niger*, Briss., et *ater*, Gm.; pl. 20, R., mâle adulte, 30, jeune; encycl., pl. 198, fig. 5, Faucon sors; atl., pl. 16, fig. 1.

Habite particulièrement le nord de l'Europe. Rare en France, quoi qu'en dise M. Temminck; niche en Provence et sur les Pyrénées; sa ponte est de quatre œufs rougeâtres, tachetés de brun. De passage, toujours isolément, en octobre et quelquefois en décembre, dans les environs de Lille. Il a l'iris brun, plus foncé chez les jeunes sujets.

M. Brehm en fait deux espèces, d'après la forme du crâne, comme si dans les Oiseaux cette boîte osseuse n'était susceptible d'aucune variation accidentelle ou naturelle. Vieillot prétend que les Faucons du nord sont plus grands que ceux qui habitent les Alpes et les Pyrénées.

Faucon concolore, *Falco ardosiacus*, Vieill.; *Falco concolor*, Tem.; pl., col. 330, mâle adulte.

On l'a rencontré en Grèce et dans quelques îles de l'Archipel. Il habite plus particulièrement l'Égypte et le Sénégal. Il est décrit dans l'Encyclopédie méthodique, t. 3, p. 1238. Je n'ai pu encore me le procurer.

Cresserelle, *Falco tinnunculus*, Lin., Savig., Vieill., Cuv., Tem.; *Mouquet*, *émouchet* de nos campagnards; enl. 401, mâle adulte, 471, femelle; pl. 33, R., mâle, 40, femelle; Encycl., pl. 205, fig. 2, le mâle.

Très-répandue en Europe. C'est un des Oiseaux de proie des plus communs en France. Il établit son nid jusque dans les villes. Il a l'iris brun-noisette.

M. Brehm en fait trois espèces, d'après des particularités du crâne, individuelles ou accidentelles.

Émérillon ou Rochier, *Falco lithofalco* et *Œsalon*, Lin., Vieill.; *F. Smerillus*, Savig.; *F. æsalon*, Tem.; *Lithofalco* et *æsalon*, Briss.; enl. 447, mâle adulte, sous le nom de Rochier, 468, femelle, sous celui d'Émérillon; pl. 32, R., mâle, 33, jeune; Encycl., pl. 206, fig. 2, sous le nom d'Emérillon.

De passage en France. Habite l'été le nord de l'Europe. L'on en prend aux filets chaque année, dans les environs de Lille. Le vieux mâle paraît très-rare; il a l'iris brun.

Les individus de taille plus forte, à coronal plus élevé et bec plus large, constituent, suivant M. Brehm, une espèce nouvelle, comme si tous les sujets devaient avoir absolument les mêmes dimensions, et si le crâne n'était susceptible d'offrir aucune particularité individuelle.

Hobereau, *Falco subbuteo*, Lin., Vieill., Tem., Cuv.; enl. 432; pl. 31, R.; Encycl., pl. 206, fig. 1.

Il n'est pas rare en France. Il habite nos bois et forêts durant l'été, et se fait voir en plaine en automne. J'en ai rencontré souvent dans le mois de septembre et d'octobre; ils se tenaient sur une motte de terre et semblaient attendre leur proie. J'en ai tiré à l'ouverture de la chasse que je voyais constamment voler et se reposer près de moi. C'étaient des jeunes de l'année. Il est de passage en septembre dans le département de la Moselle, mais on n'en voit pas tous les ans. Il est rare en Hollande.

L'iris du mâle adulte est de couleur noisette foncée, celui du jeune est d'un gris brun.

M. Brehm, suivant son habitude, en admet deux espèces, d'après une particularité individuelle du crâne.

Cresserelette ou Cresserine, *Falco tinnunculoides*, Schinz, Tem.; *F. tinnuncularius*, Vieill.; *F. cenchris*, Cuv.; *F. gracilis* et *tinnunculoides*, Less.; petite Cresserelle, Cuv.; pl. 41, R., mâle adulte; Morée, pl. 2, mâle, pl. 3, femelle.

Long-temps confondue avec la Cresserelle. Habite le midi de l'Europe : sédentaire en Morée; accidentellement en Languedoc, en Provence, en Suisse, en Italie, en Sardaigne et en Espagne. M. Philippe, qui m'en a envoyé plusieurs des deux sexes, m'écrit qu'elle niche dans les ruines d'un vieux château, à sept lieues de Bagnères de Bigorre.

Il est étonnant qu'on ait confondu cette espèce avec la Cresserelle. Quoiqu'elle ait les mêmes mœurs, elle en diffère par la taille plus petite, le manteau qui est d'une seule couleur, d'une teinte différente, et par les ongles, qui sont jaunes dans tous les âges.

Iris brun tirant sur le jaune ou jaune orange.

Cobez ou Cober, *Falco rufipes*, Tem., Vieill.; Cresserelle grise, Cuv.; *Falco vespertinus*, Gm.; enl. 431, mâle adulte, sous le nom de variété singulière du Hobereau; pl. 34, R., vieux mâle, 35, fig. 1, mâle adulte, fig. 2, tête du jeune mâle, 36, jeune mâle passant à l'état adulte, 37, vieille femelle, 38, jeune femelle.

On dit qu'il est de passage accidentel dans le midi et qu'il n'est pas rare dans le nord et l'est de l'Europe. On le trouve dans la Provence et les Pyrénées-Orientales.

M. Philippe m'écrit que les vieux sont rares dans les Hautes-Pyrénées; que des jeunes individus y nichent dans les forêts et le plus sonvent sur des peupliers dans les prairies; que leur ponte est de quatre œufs qui ressemblent à ceux de la Cresserelle.

Le Cobez a l'iris brun clair et à-peu-près les mêmes mœurs que le Hobereau. La femelle diffère beaucoup du mâle ; les jeunes ressemblent à celle-ci, qui a, dans un âge avancé, la partie supérieure de la tête rousse, unicolore et plus ou moins striée dans sa jeunesse.

Gerfault, *Falco islandicus*, Vieill., Tem.; *F. candicans*, *Islandicus*, *rusticolus*, *gyrfalco*, *sacer*, Gm.; enl. 210, jeune sous le nom de Gerfault d'Islande; 446, sujet adulte, sous le nom de Gerfault blanc du Nord; 462, sujet jeune, sous celui de Gerfault de Norwège; encycl., pl. 204, fig. 1, jeune sujet; atl., pl. 16, fig. 2.

Cet oiseau est fort rare et peu connu. Il varie suivant l'âge, le sexe et les localités. Les *Falco Islandicus* et *Groenlandicus* du pasteur Brehm, sont deux individus de cette espèce. Le premier aurait le vertex plus élevé que l'occiput, le bec plus gros et plus fort que le second, dont le bec serait médiocre et l'occiput plus élevé que le sommet de la tête.

Le Gerfault habite particulièrement le cercle arctique. On assure qu'il est abondant en Islande et qu'on le trouve sur les Hautes-Pyrénées. J'en ai vu un jeune dans la collection de M. Duchesne-Delamotte, qui a été tiré près d'Abbeville.

Il a l'iris brun, suivant M. Temminck; la cire et les pieds tantôt jaunes, tantôt bleus.

Lanier, *Falco lanarius*, Lin., Tem.; le vrai Lanier du texte de Buffon; *F. stellaris*, Gm.

Il habiterait particulièrement les contrées Orientales; nicherait en Russie, et serait devenu excessivement rare, quoiqu'il aurait été autrefois très-commun en France. Il est figuré, assure-t-on, par M. Naumann, et dans l'atlas du Manuel d'ornithologie.

Le Lanier constitue-t-il réellement une espèce ? M. Delamotte m'écrit que tous les individus qu'on lui a fait voir pour tels, même ceux que croit posséder M. Temminck, sont de jeunes Gerfaults ou de jeunes Faucons pélerins. C'est une espèce que je n'ai vue dans aucune collection. L'individu donné pour un Lanier, enl. 430, est un vieux Faucon pélerin.

Quoi qu'il en oit, l aurait, suivant M. Temminck, l'iris jaune, et il serait facile de reconnaître les jeunes Laniers des jeunes Faucons par les pieds, et quelques particularités dans le plumage.

2.e tribu. ACCIPITRES NOCTURNES.

4.e famille, OEGOLIENS, *OEgolii*, Vieill.; *Strigidæ*, Vig.

Cette famille n'est composée que du genre Chouette de Linnée et de la plupart des auteurs.

Genre Chouette, *Strix*, Lin. Lalth, Vieill., Cuv., Tem...

Les Chouettes ont des caractères qui les font aisément distinguer des Accipitres diurnes. Elles ont la tête grosse; les yeux dirigés en avant, très-grands, entourés de plumes longues et déliées, formant une sorte de collerette, dont les unes recouvrent les oreilles, les autres le bec, qui est comprimé et garni d'une cire molle; les pieds sont entièrement emplumés chez presque toutes; le doigt externe versatile quoique uni à l'intermédiaire par une membrane; les ongles forts, aigus, rétractiles; les plumes finement duvetées, avec les barbes très-douces.

Ce genre est divisé en deux sections, par l'auteur qui nous sert de guide. La première, sous le nom de Chouette, comprend les espèces sans aigrettes à la tête, et la seconde, sous celui de Hibou, celles qui en sont pourvues.

Les Chouettes sont très-nombreuses, et présentent des modifications d'organisation qui ont porté quelques esprits à les séparer génériquement. Savigny les a divisées en cinq genres, d'après l'étendue des plumes qui environnent les yeux, la forme et la grandeur des oreilles. Cuvier les a isolées en sept sous-genres, d'après les mêmes motifs. Mais depuis, le nombre des divisions a été considérablement augmenté. La manie de faire des genres, dit M. Temminck, s'est particulièrement signalée dans le genre Strix. Nos quinze espèces d'Europe sont

réparties en douze coupes, sous les noms suivants : *Diurna*, *Noctua*, *Strix*, *Glaucidium*, *Athene*, *Nyctole*, *Syrnium*, *Bubo*, *Otus*, *Oti sylvatici*, *Oti terrestres*, *Scops*.

Chouette caparacoch ou Épervière, *Strix funerea*, Lath., Tem.; *Str. canadensis*, Briss.; *Str. Hudsonia*, Gm.; *Str. Nisoria*, Mey.; *Surnia Borealis*, Less.; enl. 463, sous le nom de Chouette à longue queue de Sibérie; encycl. pl. 210. f. 2. (1).

Habite les régions du cercle arctique, chasse et voit très-bien pendant le jour. Apparaît quelquefois, mais très-rarement en France. Elle a été tuée en 1830, dans les environs de Tournai, par M. Wicard; elle avait l'iris d'un jaune clair. Trois individus ont été vus ensemble pendant l'été 1834, dans les environs de Metz (2).

Cette espèce est décrite dans l'encyclopédie, sous le nom de Chouette des Monts-Urals, et figurée, pl. 210, sous celui de Chouette à longue queue. Celle qu'on y désigne sous le nom de Caparacoch est une autre espèce, figurée pl. 209, fig. 2, sous le nom de Chat-huant de la Baie d'Hudson.

Chouette de l'Oural, *Strix uralensis*, Pal., Tem., Br. *Surnia uralensis*, Less., pl. col. 27.

Habite les régions du cercle arctique, comme la précédente. On prétend qu'elle a été tuée près de Salzbourg. Elle a l'iris brun suivant M. Temminck.

Ce naturaliste rapporte à cette espèce la Chouette grise de Suède, et la *Strix macrocephala* de Meissner, que l'on trouverait en Suisse, dans les cantons de Berne et de Soleure. M. le professeur Schinz, de Zurich, qui a vu vivant l'individu décrit par Meissner, pense que ce n'est qu'une variété de la *Strix aluco*.

(1) Type du genre *Surnia*, Dum., et sous-genre *Noctua*, Cuv., Less.
(2) *Faune de la Moselle*, 1836, par M. J. Holandre.



Harfang, *Strix nyctea*, Lin., Vieill., Tem.; enl. 458, le jeune; ois. d'Amériq. sept., pl. 18, également un individu jeune.

Habite aussi le cercle arctique; on le dit commun à la baie d'Hudson, et rare en Islande. Il a été tué dans les environs d'Abbeville, et déposé dans le cabinet de M. Baillon. Je l'ai reçu de New-Yorck.

Iris jaune orange chez l'adulte, et jaune moins foncé chez les jeunes, suivant les auteurs.

Chouette tengmalm, *Strix tengmalmi*, Gm., Tem., Vieill.; *Strix dasypus*, Bechst.; pl. 53 bis, R.

Habite les Alpes Suisses. On la voit accidentellement dans les environs de Châlons-sur-Marne, de Metz, en Provence et en Angleterre.

Elle a l'iris jaune citron.

Chevèche commune, *Strix passerina*, Gm., Vieill., Tem.; *Strix minor*, Briss; *Noctua glaux*, Savig.; enl. 439; pl. 53, R. (1).

Elle est très-répandue en France et dans presque toute l'Europe, les régions glacées exceptées. Elle a l'iris jaune citron, supporte facilement l'éclat du jour et habite de préférence, dans nos départements septentrionaux, les petits bois et les lieux où il existe de vieux bâtiments abandonnés. Elle s'approche des habitations en automne. J'en ai reçu une d'Espagne qui offre une teinte roussâtre et ne paraît pas être un jeune sujet.

Chevêchette, *Strix acadica*, Gm.; *St. passerina*, Lin. *Str. pygmæa*, Bechst., Tem.; enl. 439; encycl. pl. 210, f. 3.

Habite, dit-on, en grand nombre les Alpes de la Carinthie.

---

(1) Type du genre *Noctua*, Savig.

On la trouve sur les Alpes de l'Allemagne et dans le nord de l'Europe. Je l'ai reçue de la Suisse. Elle a l'iris jaune. Très-rare dans les collections de France.

Chevèche méridionale, *Strix meridionalis*, Riss.

Cette espèce, décrite par M. Risso, habiterait les rochers maritimes de Nice, et chasserait vers les équinoxes les oiseaux qui arrivent d'Afrique. Elle a, dit ce naturaliste, les plumes de la tête et des couvertures des ailes brunes, bordée de roussâtre; le dos brun foncé; la collerette roussâtre mêlée de gris; les premières pennes traversées de bandes blanches intérieurement; le croupion blanc taché de brun; la queue longue, arrondie, à pennes intermédiaires obscures, les externes fauves; la cire bleue, parsemée de poils noirs; la base du bec, l'iris et les pieds jaunes.

Cette espèce, si toutefois ce n'est pas une variété, doit être très-rare, puisqu'elle n'existe pas dans les cabinets de France, et que M. le professeur Schinz ne l'a vue dans aucun musée.

Chouette laponne, *Strix lapponica*, Gm.

Habite la Laponie et le Groënland, où elle paraît rare. C'est, suivant M. Temminck, la plus grande des Chouettes. Elle est peu connue. J'en ai vu dans plusieurs collections de France. On dit qu'elle est figurée dans l'atlas du Manuel de cet ornithologiste d'après un sujet jeune, qui existerait au Muséum d'histoire naturelle de Paris et qui aurait été tué en Suède. (1).

Chouette nébuleuse, *Strix funerea* et *nebulosa*, Gm.; *Strix nebulosa*, Vieil. Tem.; Chouette du Canada, Cuv.; ois. d'Amériq. sept., pl. 17.

---

(1) Type du sous-genre *Ulula*, Cuv. et Less.

De passage accidentel dans le nord de la France. Habite particulièrement l'Amérique septentrionale. Je l'ai reçue de New-Yorck en 1834. Iris brun suivant M. Temminck.

EFFRAIE COMMUNE, *Strix flammea*, Lin., Savig., Vieil., Tem.; *Aluco*, Briss.; enl. 440 et 474; pl. 54, R. l'adulte, 55, jeune dans le nid; encycl. 200, f. 4. (1).

Sédentaire et la plus commune de nos Chouettes; très-répandue en Europe. Elle a l'iris brun-noir et non jaune, ainsi que le dit M. Temminck, et qu'elle est représentée dans les planches enlumiuées de Buffon. Elle habite les vieux bâtiments, les tours et les églises. Le mâle et la femelle portent les mêmes couleurs, dont les teintes varient accidentellement. Le dessous du corps est blanc ou plus ou moins roux suivant les individus. Les variations ne dépendent ni du sexe, ni de l'âge, ni de la saison. Les nouveaux nés sont couverts de duvet blanc, que l'on retrouve encore chez ceux qui commencent à voler. Sa ponte est de 4 ou 5 œufs blancs, presque ronds.

Le 7 Juin 1833, deux Effraies, mâle et femelle, ont été prises dans le même trou. Cette dernière, qui était plus grosse que l'autre, avait les parties inférieures blanches; le mâle, qui les avait rousses, était d'un gris et d'un roux plus foncé en-dessus. La femelle avait un œuf formé et prêt à sortir. L'année suivante j'ai fait prendre des jeunes Effraies qui commençaient à voler; ils avaient toutes les parties inférieures blanches, et tâchetées de noir comme les deux individus précédents.

HULOTTE, *Strix aluco et stridula*, Lin., Vieil.; *Syrnium ululans*, Savig.; *Strix aluco*, Tem.; enl., 437, femelle ou jeune sous le nom de Chat-huant, 441, sujet adulte sous celui

(1) Type du genre *Strix*, Savig.

de Hulotte ; pl. 50 R., mâle, 51, femelle, 53, très-jeune ; encycl. 209, f. 3., Hulotte ; f. 1., Chat-huant, atl., pl. 17, f. 2.

Habite les grandes forêts de France. On la trouve dans celle de Mormal, où elle n'est pas rare.

Il paraît certain que la Hulotte et le Chat-huant ne constitue qu'une seule et même espèce. M. le professeur Schinz les a pris dans le même nid, qu'ils placent dans des trous d'arbres. Ils ont l'un et l'autre l'iris brun-roussâtre. Les individus connus sous le nom de Chat-huant, *Strix stridula*, Vieil., sont des jeunes ou des femelles, et les Hulottes, *Strix aluco*, du même auteur, sont des individus adultes et vieux. La ponte de cette espèce est de 2 ou 3 œufs blancs et presque ronds. Les petits naissent couverts de duvet gris et roussâtre.

Hibou brachyote ou Grande chevèche, *Strix brachyotos*, Lath.; Vieil., Tem.; *Strix ulula*, Gm. ; enl. 438, sous le nom de Chouette; pl. 49 R., mâle; encycl. 210, f. 1. (1).

De passage annuel dans les mois d'octobre et de novembre. On la trouve alors dans les herbes élevées et dans les champs verts. Elle a l'iris jaune brillant. M. Isidore Geoffroy se trompe en avançant que le mâle a seul de petites aigrettes. Je possède une femelle qui en a également, et en connais d'autres qui sont entièrement semblables à la mienne qui a été ouverte par moi.

J'ai reçu des Brachyotes de New-Yorck, qui ne diffèrent pas de celles d'Europe, dont le plumage n'offre pas toujours les mêmes teintes.

Hibou commun ou Moyen duc, *Strix otus*, Lin., Vieill., Tem.; *Asio*, Briss. ; *Bubo otus* Savig.; *Otus communis*, Less.; enl. 29; pl. 47 R., l'adulte; encycl. pl. 206. (2).

---

(1) Du sous-genre *Otus*, Cuv.

(2) Type du genre *Bubo*, Savig., et du sous-genre *Otus*, Cuv.



Sédentaire et commun ; habite les bois et les vieux bâtiments abandonnés; s'approche des lieux habités dans les mois de novembre et de décembre. On en trouve des jeunes, dès le mois d'avril; ils sont couverts de duvet gris mêlé de roussâtre, et ont les yeux de la même couleur que les vieux, dont l'iris et orange-rougeâtre.

Hibou a huppes courtes ou ascalaphe, *Strix ascalaphos*, Vieill.; *Bubo ascalaphus*, Savig.; *Strix ascalaphus*, Tem.; pl. col. 57; Egypte, pl. 3., f. 2.

Très-rare en Europe; accidentellement en Sicile, en Sardaigne et en Turquie; habite particulièrement l'Egypte et l'Asie mineure. Il a l'iris jaune suivant M. Temminck, qui le décrit dans son supplément au manuel d'Ornithologie.

Petit duc, *Strix scops*, Lin., Vieill., Tem.; *Scops ephialtes*, Savig.; *Scops europæus*, Less.; enl. 436; pl. 48 R. l'adulte; encycl. pl. 207., fig. 4, sous le nom de Duc rouge (1).

Habite la Provence, le Languedoc, les Hautes-Pyrénées est toutes les parties occidentales de la France. On le trouve quelquefois dans les environs de Paris. On assure qu'on ne le voit pas dans le nord de l'Europe.

L'adulte a l'iris jaune peu foncé; les jeunes l'auraient gris suivant Vieillot.

Il niche dans les vieux arbres creux; sa ponte est de 2 ou 3 œufs ronds et petits.

Grand duc, *Strix bubo*, Lin. Vieill., Tem.; *Bubo europæus*, Less.; enl. 435; pl. 46 R., mâle adulte; encycl. pl. 206, f. 3.; atl. pl. 17, f. 1. (2).

---

(1) Type du genre *Scops*, Savig., Cuv.

(2) Type du sous-genre *Bubo*, Cuv., Less.



De passage accidentel dans le nord de la France, n'est pas rare sur les moutagnes élevées de la Provence. On le trouve en Languedoc et dans les Hautes-Pyrénées, mais pas aussi souvent que sur les Alpes suisses, d'où je l'ai reçu plusieurs fois.

Duc arctique, *Strix scandiaca*, Licht.; *Bubo arcticus*, Richardson?

Espèce des régions boréales de l'Amérique, qui, dit-on, se serait fait voir accidentellement dans le nord de l'Europe. On assure qu'elle se trouve au musée de Berlin. Je n'en fais mention que parce que M. Temminck en parle dans la 3.e partie de son manuel d'Ornithologie. Elle n'est admise comme européenne par aucun auteur moderne.

ADDITION.

Ce travail avait été remis à l'imprimeur, et était composé lorsque parut la 4.e partie du Manuel d'Ornithologie de M. Temminck. Ce naturaliste y décrit les oiseaux suivants comme espèces nouvelles d'Europe.

Vautour oricou, *Vultur auricularis*, Lath., et des auteurs.

On le trouve en Grèce et particulièrement sur les hautes montagnes des environs d'Athènes. J'en ai fait mention page 422.

Vautour chasse-fiente, *Vultur kolbii*, Lath.

Malgré la puissante autorité de M. Temminck, je persiste à considérer le *Vultur kolbii* comme le Vautour griffon jeune ou non adulte. J'en ai reçu ou vu beaucoup des Pyrénées, et tous ont été envoyés pour tels par des amateurs instruits, qui ont de fréquentes occasions d'observer les Vautours. Comme les jeunes individus sont toujours plus nombreux que les adultes ou vieux,

il n'est pas étonnant que cet ornithologiste trouve que son *Kolbii* soit généralement plus répandu en Europe que ne l'est le Griffon.

Faucon concolore, *Falco concolor*, Tem. L'auteur fait observer que sa pl. col. 330 représente un mâle en mue dont les rémiges n'ont pas atteint toute leur longueur. J'ai indiqué cette espèce page 30. Elle a l'iris brun.

Élanion martinet, *Falco furcatus*, Tem.; *Elanoides furcatus*, Vieill.; *Milvus carolinensis*, Briss.; *Nauclerus furcatus*, Vig., Less.; ois. de l'Amérique septentrionale, pl. 10 sous le nom de Milan blanc et noir; atl. pl. 14, f. 2. Voyez page 447 de ce volume.

Accidentellement dans le nord de l'Europe. M. Temminck rapporte que deux individus ont été pris en Angleterre, l'un à Argyleshire, l'autre en Yorkshire.

Il a l'iris blanc-bleuâtre ; la cire et les doigts jaunes.

Faucon éléonore, *Falco Eleonoræ*, indiqué comme espèce nouvelle d'après MM. le professeur Géné et de la Marmora, de Turin. Il ressemblerait au Hobereau, mais il en différerait par la taille plus forte, la couleur de la cire, la forme du bord tranchant de la mandibule supérieure et la couleur des œufs. Il a été tué en Sardaigne et peut-être aussi dans la Ligurie, si les conjectures de M. Temminck sont fondées.

Busard Blafard, *Falco pallidus*, Sikes, Tem.

Accidentellement en France, en Italie, en Allemagne et commun en Espagne. J'en ai fait mention page 443.

Remarque. M. Temminckfait observer, relativement au *Falco pojana*, qu'il n'admet pas dans le dénombrement des espèces européennes, que M. Sélys-Longchamps lui a écrit que les in-

dividus désignés sous ce nom ne sont que de jeunes Buses communes à raies longitudinales, comme on en voit en Belgique. Je ne puis partager cette opinion et pense que M. Sélys n'a pas vu la *Pojana*, car celles que je possède et d'autres que l'on m'a présentées sont bien différentes des jeunes Buses à raies longitudinales que l'on trouve ici comme chez nos voisins.

Il ajoute, d'après le même correspondant, qu'il est maintenant bien reconnu en Suisse que le *Falco nisus major*, n'est qu'un état différent de la femelle du *Falco nisus*. Il est possible que M. Verneuil, dont il parle, n'ait pas trouvé les différences signalées par M. Meissner entre ces deux espèces, quel que soit le grand nombre d'éperviers qu'il dit avoir tués. Le *Nisus major* est très-rare, il a pu ne pas le rencontrer. Quelques individus seulement ont été trouvés dans le nord de la France, où chaque année on prend beaucoup d'éperviers femelles. Ainsi que je l'ai démontré page 439, les différences entre le grand et le petit épervier sont très-prononcées, et à moins que le sujet que je possède et celui que j'ai vu chez M. Delahaye à Amiens, ne soient deux variétés accidentelles, on doit les séparer spécifiquement ou en former une race plus distincte du *Nisus*, que ne l'est le Bec-croisé Perroquet de celui des Sapins.

On m'annonce à l'instant, des environs d'Agen (20 décembre 1839), qu'il y est passé, dans le mois d'octobre dernier, une bande de plus de cent Vautours Arrians, *Vultur Cinereus*, Lin.; que trois de ces oiseaux ont été tués, et que deux ans auparavant, dans le même mois, une autre bande plus nombreuse s'y est fait également voir. L'une et l'autre venaient du Nord et se dirigeaient vers les Pyrénées. Ainsi ces Vautours se réuniraient en grandes troupes et émigreraient de bonne heure vers l'Espagne.

MÉDECINE.

QUELQUES ÉTUDES SUR LA VACCINE,

Par M. Dourlen,

Docteur en médecine, membre résidant.

Dans une lettre que j'adressai le *vingt-huit* février 1839 à M. le secrétaire-général du comité central de vaccine du département du Nord et dont copie fut déposée, dans la séance du *premier* mars suivant, aux archives de la Société royale des sciences de Lille, je formulai en propositions distinctes les résultats des expériences auxquelles je me suis livré depuis plusieurs années sur quelques phénomènes de la vaccine (1).

(1) Voici pourquoi je cite ces dates. On lit dans le N.° 38 de la *Bibliothèque universelle de Genève*, publié le *vingt-sept* mars 1839, un travail de M. H.-C. Lombard, médecin distingué de cette ville, qui renferme le passage suivant. « Il » me paraît néanmoins qu'on n'a pas encore étudié suffisamment la fausse vaccine » sous le point de vue anti-variolique, et si l'analogie nous fait croire qu'elle » doit aussi bien préserver qu'une vaccine régulière, nous n'en avons encore » aucune preuve expérimentale ; je dirai seulement qu'il m'est arrivé d'obtenir » une vaccine parfaitement régulière avec du virus pris sur un bouton de fausse » vaccine, ce qui semble démontrer que la nature de ces deux virus n'est pas si » différente que l'on s'est plu à le déclarer, avec le but avoué de démontrer que » la vaccine préservait toujours et absolument de la variole. Je signale ce point » d'étude comme un objet de recherches pour les vaccinateurs... »

Je vais présenter aujourd'hui l'ensemble des faits que j'ai recueillis et l'examen des conséquences pratiques qui en découlent.

Lorsqu'en 1834, le bureau de bienfaisance de Lille ordonna une révision générale des vaccinés indigens, la question des revaccinations était à l'ordre du jour. Les succès multipliés obtenus dans toute l'Allemagne, le Danemarck, la Suède, une grande partie de l'Italie et de l'Angleterre, avaient éveillé l'attention des médecins sur ce nouveau point de doctrine. Je ne voulus pas laisser échapper l'occasion qui m'était offerte d'étudier cette question et d'apprécier la valeur des faits avancés, en les répétant sur une assez grande échelle. L'hospice de Stappaert, dont le service médical m'est confié, me fournit aussi un champ favorable d'observations chez des sujets de moins de vingt années. Enfin, depuis quelques mois, la crainte de la variole ayant pénétré dans toutes les classes, j'ai pu poursuivre mes investigations sur un bon nombre de personnes justement alarmées de quelques cas observés chez des vaccinés, bien qu'on eût pris, comme d'ordinaire, la précaution de les déguiser sous le mot heureux de varioloïde. Telles sont les sources où j'ai puisé les éléments de ce travail.

Pendant long-temps, il faut bien l'avouer, mes recherches furent dirigées dans un tout autre esprit que celui qui m'anime aujourd'hui. C'est en cherchant avec soin des faits probants contre les revaccinations, que je croyais au moins inutiles, que je fus peu à peu conduit à reconnaître leur indispensable nécessité; car quelle que soit la préoccupation qui nous dirige, ne doit-elle pas fléchir devant l'évidence des faits destructifs que le temps et l'observation directe accumulent incessamment contre elle ?

Dès l'époque de mes premières vaccinations j'avais suivi avec intérêt les différences notables que l'âge, le tempérament peuvent apporter dans le développement, plus ou moins hâtif, dans la couleur et jusque dans la forme des pustules vaccinales.

A coup sûr l'on sait depuis long-temps que chez les enfants pâles, lymphatiques, à peau molle et velue, la vaccine n'acquiert presque jamais l'intensité inflammatoire que l'on rencontre chez ceux d'une constitution sanguine prononcée, sans que pour cela ses propriétés contagieuses et préservatives subissent la plus légère altération. Dupuytren avait signalé la marche plus rapide de la vaccine chez les nègres et les mulâtres. Il avait observé que chez eux les périodes d'incubation, d'inflammation et de dessiccation étaient moins longues que chez les blancs; et malgré cette *hâtiveté* que la plupart des vaccinateurs regardent comme propre à faire suspecter le résultat de l'opération, le produit de ces boutons avait toujours donné une bonne vaccination. Enfin l'on sait encore que les pustules des adultes sont souvent plus oblongues, plus plates, plus ternes que celles des enfants, et que des démangeaisons vives, des douleurs sous les aisselles les accompagnent presque constamment, tandis qu'elles sont infiniment rares dans le jeune âge.

De tout ceci l'on peut conclure, je crois, que la puissance anti-variolique de la vaccine échappe tout-à-fait à l'action modificatrice que certains âges, certaines constitutions, certaines maladies peut-être, exercent sur ses caractères généraux, jusqu'à les rendre parfois douteux. Or, il m'a donc paru que l'étude suivie de ces diverses modifications (fausse vaccine, vaccinelle, vaccine des adultes) pouvait offrir quelque intérêt et je m'y suis livré d'abord sans but déterminé, presque au hasard et par pure curiosité; mais bientôt ces premiers essais fixèrent mon attention sur des résultats assez constamment les mêmes pour me faire soupçonner une loi générale qui m'était inconnue auparavant.

Voici comment je procédai. J'essayai d'inoculer à divers individus, vaccinés, variolés ou vierges de ces deux éruptions, soit la fausse vaccine, soit la vaccinelle, ou bien encore la vac-

cine des adultes. Ai-je besoin de dire que chez les non-vaccinés j'avais toujours le soin d'inoculer en même temps la vaccine la plus légitime ? Car mon premier devoir n'était-il pas de les préserver de toute atteinte variolique ? Je ne tardai pas à me féliciter de cette manière d'opérer, puisqu'en plaçant ainsi sous mes yeux et à-la-fois les deux éruptions, j'étais aussi plus apte à saisir les différences qu'elles pouvaient offrir entr'elles. D'ailleurs ces différences sont souvent assez fugitives pour qu'aucune description, quelque complète qu'on la suppose, suffise pour les faire apprécier convenablement; ce qui devient plus difficile encore, sinon impossible, s'il s'agit de les étudier sur deux individus qu'on ne voit pas en même temps. On comprend aisément que ne pouvant pas toujours procéder de *bras à bras*, j'ai dû m'entourer de précautions très-minutieuses pour éviter des erreurs faciles en pareille matière. Il me suffira de dire que j'ai adopté pour chaque espèce d'inoculation des lancettes particulières que la couleur bien distincte de leurs châsses ne me permet pas de confondre entr'elles.

La fausse vaccine que l'on obtient de l'insertion de la véritable vaccine à des variolés, à des vaccinés et dans quelques cas infiniment rares chez des sujets également réfractaires à l'action de ces deux virus, ne m'a pas paru susceptible de reproduction, du moins dans ses degrés inférieurs. Quelquefois son introduction sous l'épiderme détermine de la rougeur, une petite élevure momentanée, et bientôt ces faibles phénomènes, dus au contact d'une matière irritante, disparaissent sans laisser après eux aucune trace appréciable. Il est extrêmement rare que la fausse vaccine produise des accidents généraux. Aussi je dois consigner ici le fait suivant, qui m'a paru fort curieux. Le nommé Brisy, âgé de neuf ans, domicilié à Lille, rue du Magasin, N.º 13, chez lequel *sept* opérations n'ont jamais développé autre chose qu'une éruption anomale, de très-peu de durée, fut pourtant pris chaque fois de fièvre très-vive, avec

un léger délire et des vomissements bilieux très-abondants. Ces accidents se montraient avec l'éruption, croissaient et disparaissaient avec elle. Cet enfant n'a point encore été frappé de la variole, au moins jusqu'aujourd'hui.

Comme la fausse vaccine, dont la marche et les formes sont variables, passe très-promptement à l'état de suppuration, j'ai tenté, sans plus de succès, de l'inoculer aussitôt que les pustules se manifestaient. Mais il en est autrement si elle atteint un degré supérieur, caractérisé par un développement moins hâtif, plus persistant, degré qui n'est pourtant pas encore la vaccinelle. On trouve alors au quatrième ou cinquième jour au plus tard, un fluide limpide, peu abondant, ne laissant pas de traces sur l'instrument. Ce fluide reproduit quelquefois la vaccine la plus complète chez les sujets non soumis jusques-là à l'action d'un virus analogue ; la vaccinelle chez quelques vaccinés ; la fausse vaccine chez les variolés. Le plus souvent on n'obtient rien. J'ai toujours remarqué que lorsque le bouton, qui n'est pas encore ombiliqué comme dans la vaccinelle, offrait à son centre un point bleuâtre ou même noirâtre qui n'est autre chose, à mon avis, qu'une ombilication rudimentaire, pourvu que les bords fussent à-peu-près blancs, on pouvait compter sur une nouvelle reproduction, variable selon les conditions du sujet de l'expérience. Il en est exactement de même si sous la croûte brunâtre qui revêt quelquefois toute l'étendue d'un bouton de fausse vaccine au cinquième ou sixième jour, on recueille un liquide visqueux, non troublé, peu consistant.

Je viens de parler de degré supérieur et degré inférieur ; je vais indiquer ma pensée en peu de mots. Je crois qu'entre la vaccine la plus légitime et la fausse vaccine la plus promptement abortive, qui ne sont au fond qu'une seule et même maladie à différents états, il existe bon nombre de degrés intermédiaires que l'on connaît mal. Est-il possible, je le demande,

d'assigner d'exactes limites aux deux variétés de fausse vaccine assez généralement décrites dans les ouvrages classiques (Pinel, M. Husson, etc.) ? Les descriptions si différentes qu'en donnent les auteurs répondent suffisamment à ma question. Je reviendrai bientôt sur cette opinion.

Mes observations sur ce premier degré des éruptions vaccinales m'ont appris :

1.° Que la fausse vaccine s'obtient souvent chez les *variolés*, quel que soit leur âge.

2.° Qu'elle s'obtient encore aisément chez les *vaccinés* qui ont moins de 25 à 30 ans.

3.° Qu'elle n'est pas susceptible de reproduction sans changement d'état, reproduction qui n'arrive, d'ailleurs, que lorsqu'elle atteint lentement un certain degré. Alors, elle peut donner la vraie vaccine ou la vaccinelle selon les prédispositions des sujets.

Quant à la vaccinelle, elle jouit de propriétés éminemment contagieuses. C'est un fait incontestable. Elle résulte de l'inoculation du virus vaccin à un sujet antérieurement vacciné ou même variolé, ce qui est plus rare, pourvu qu'il soit adulte. Sa période d'incubation est plus longue que dans la fausse vaccine, un peu moins que dans la vaccine vraie. Son bouton est ombiliqué, bien aréolé. Il ne diffère de la vaccine ordinaire que par sa couleur, qui est assez constamment jaunâtre; j'en ai trouvé d'un brun violet, de noirâtres, de livides, etc., et de très peu déprimés à leur centre sans que pour cela ils fussent privés de leur propriété contagieuse.

D'après tous les auteurs qui en ont traité, et je place M. Rayer à leur tête, la vaccinelle n'est importante à connaître qu'en raison de sa grande ressemblance avec la vaccine, à tel point qu'on les confond très-aisément. Erreur bien dangereuse, puisqu'elle n'aurait, d'après ces écrivains, aucune puissance anti-variolique. Certes, une différence aussi capitale commandait une étude spéciale de la vaccinelle, et je m'y suis livré, je puis le dire, avec l'attention la plus scrupuleuse.

Voici ce que j'ai vu.

La vaccinelle, pas plus que la fausse vaccine, n'est point susceptible de se transmettre sans changer d'état, c'est-à-dire sans être puissamment modifiée par le sujet qui la reçoit, excepté lorsque celui-ci, vacciné dans sa première enfance, a plus de 25 à 30 ans; alors elle conserve tous ses caractères. Hors ce cas, et dans un âge moins avancé, elle dégénère en fausse vaccine chez les vaccinés et les variolés; tandis que chez ceux qui sont étrangers à toute influence vaccinale ou variolique, elle reprend, dès sa première transmission, toutes les formes de la vaccine la plus régulière et les conserve invariablement dans toutes ses transmissions suivantes. La couleur jaunâtre ou même violette du bouton disparait, et celui-ci offre cet éclat argenté que l'on recherche dans toute bonne vaccination. C'est particulièrement chez les jeunes enfants qu'il est impossible d'établir la plus légère différence. J'ai soumis à l'examen de M. Lefebure, secrétaire-général du comité de vaccine, et de M. Pucelle, qui a une longue pratique de la vaccination, des individus auxquels j'avais inoculé de la vaccine et de la vaccinelle, sans que ces honorables confrères aient pu rapporter à leur véritable origine les pustules que j'avais obtenues. (1)

La vaccinelle s'accompagne presque constamment de phénomènes généraux. Vers le quatrième ou le cinquième jour qui suit l'insertion, il y a du malaise, de l'anoréxie, de la soif, quelquefois de la fièvre. Les boutons occasionent de vives démangeaisons; leur aréole est souvent très-rouge, très-dure, un peu douloureuse, surtout chez les sujets dont l'organisation vigoureuse réagit énergiquement. Il n'est pas rare que les ganglions de l'aisselle soient engorgés, tuméfiés, sensibles. Tous ces phénomènes, que l'on rencontre aussi quelquefois dans la fausse vaccine, indi-

---

(1) Tout ce que j'avance ici vient d'être pleinement confirmé par les succès récents de MM. Hautrive, Delmas, Lefebure, Pucelle et Fiévet.

quent-ils, comme on le prétend, une éruption de mauvaise nature ? N'y trouve-t-on pas au contraire tout ce que JENNER et ses comtemporains regardaient comme des signes essentiels, comme la garantie obligée d'une heureuse vaccination ? Il y a plus, qu'on inocule au bras d'un adulte bien constitué, sanguin, qui n'est ni vacciné, ni variolé, de la vaccinelle à un bras, du vaccin ordinaire à l'autre bras, il observera que les démangeaisons, les douleurs sous-axillaires sont égales des deux côtés, car, comme je l'ai dit plus haut, la vaccine des adultes est plus constamment inflammatoire, plus rapide que celle des enfants, et cela en raison directe de la vigueur, de l'activité de leur constitution. En un mot, l'on retrouve ici tout ce que DUPUYTREN croyait seulement propre aux nègres et aux mulâtres.

Une remarque que je ne dois pas passer sous silence, c'est que le produit de la vaccinelle, bien ombiliquée, est peut-être d'un effet constamment plus sûr que le vaccin ordinaire. Je ne trouve dans mes notes, chose singulière, aucun fait de son impuissance. Bien au contraire, en voici un qui mérite d'être mentionné.

Las d'avoir opéré sept à huit fois sans succès l'enfant de M. L......, rue Royale, 37, je lui inoculai, en même temps que du vaccin vrai, de la vaccinelle recueillie sur une dame de 35 ans, autrefois bien vaccinée à n'en pas douter; la vaccinelle réussit, le vaccin échoua encore. Les boutons offrirent les plus beaux caractères et me servirent à inoculer bon nombre de personnes. Un autre fait. M. PUCELLE vaccina plusieurs enfants chez M. DEMORTAIN, conservateur du vaccin, avec du fluide qu'il avait puisé lui-même, provenant de boutons de vaccinelle. Cette circonstance fut notée avec soin. L'opération ne réussit qu'au bras où la vaccinelle avait été inoculée, et n'eut aucun résultat à l'autre bras, bien que pour celui-ci seulement l'insertion du virus eût été faite de *bras à bras*.

Avant l'âge de 25 à 30 ans, il est assez rare que la vaccinelle acquière tout le développement nécessaire pour mériter cette dénomination; elle ressemble encore trop a ce qu'on appelle la fausse vaccine; tandis que dans un âge plus avancé elle se rapproche de plus en plus de la vraie vaccine, ainsi que je l'ai observé chez les plus anciens vaccinés.

Une circonstance qui me frappa dans le cours de mes observations c'est qu'il m'arrivait de réussir chez un sujet et d'échouer complètement chez un autre du même âge, ou de n'avoir que de la fausse vaccine.

Je fus long-temps à trouver l'explication de ce fait qui pourtant est bien simple. C'est que si je notais avec soin l'âge des individus, je négligeais alors de m'enquérir de l'époque réelle de la vaccination antérieure, qui est bien plus importante à connaître. Ainsi, chez ceux de trente ans, par exemple, vaccinés à 10 ou 15 ans, je n'obtenais que de la fausse vaccine, absolument comme s'ils n'eussent eu que 15 ou 20 ans. Tout récemment encore, je fus trompé par une autre cause. J'avais tenté deux fois une nouvelle inoculation sur un de mes clients, âgé de 39 ans, bien vacciné dans sa première enfance; j'allais encore recommencer sur son invitation, lorsque je me rappelai tout-à-coup qu'il avait été atteint, il y a six ou huit ans, d'une varioloïde très-grave, dont il porte encore des traces non équivoques. Je devais ne pas réussir puisque cette maladie replace, à mon avis, M. B...... C..... dans les mêmes conditions que ceux qui ont eu récemment la variole ou la vaccine.

Il faut donc, pour obtenir la vaccinelle bien développée, outre l'âge de 25 à 30 ans, dans le plus grand nombre des cas, que la première vaccination ait été pratiquée de bonne heure et que le sujet n'ait été frappé depuis lors d'aucune forme de la variole, quelque bénigne qu'on la suppose.

Il résulte de ce que je viens d'avancer :

1.° Que la vaccinelle est le produit de l'insertion de la vaccine

vraie chez des vaccinés ou chez quelques variolés ayant généralement plus de 25 à 30 ans.

2.° Qu'elle ne peut pas se transmettre sans subir une altération remarquable dans ses caractères, si ce n'est chez des vaccinés ayant au moins l'âge que je viens d'indiquer.

3.° Qu'inoculée aux vaccinés plus jeunes, elle dégénère en *fausse vaccine.*

4.° Qu'enfin, lorsqu'elle est bien développée et recueillie en temps (le sixième jour, par exemple) sur un sujet vacciné, ou même, ce qui est plus rare, sur un variolé, et inoculée à un autre sujet exempt jusqu'alors de ces deux éruptions, *elle reprend aussitôt les caractères de la vaccine la plus légitime et les conserve invariablement dans toutes ses transmissions suivantes.*

Je dois faire précéder le relevé statistique que je joins à l'appui de mes recherches d'une observatiou qui n'est pas dépourvue de quelque valeur. C'est que je ne présente ici qu'environ la moitié des faits qne j'ai recueillis, parce que je veux avant tout qu'ils ne puissent laisser le moindre doute dans mon esprit. Ainsi donc, j'élague avec soin tous les cas très-nombreux d'une vaccination antérieure, suspecte ou peu apparente, tous ceux qui n'ont pas été soumis, par défauts de sujets, à l'épreuve décisive d'une nouvelle transmission, ceux encore où les boutons, altérés dans leur forme, soit par les ongles, soit par les vêtements de l'inoculé, par suite des démangeaisons qu'ils occasionent, ne m'offraient plus de garantie suffisante sur leur véritable nature; car il me semble qu'en pareille matière, il s'agit moins de grouper des chiffres nombreux que d'appuyer les faits qu'ils représentent sur la plus exacte observation, sur l'authenticité la moins contestable.

VACCINÉS choisis parmi ceux dont les cicatrices étaient fort apparentes.		VACCINELLE plus ou moins développée ayant reproduit une bonne vaccination.	FAUSSE VACCINE ou éruption nulle.
AGES.	NOMBRE.		
0 à 10 ans	13	1	12
10 à 15	6	»	6
15 à 20	11	2	9
20 à 25	9	4	5
25 à 30	18	12	6
30 à 35	15	12	3
35 à 40	8	6	2
40 et au-dessus.	2	2	»
	82	39	43

Je me borne, en ce moment, à poser ces chiffres, sans en discuter la valeur, ni les conséquences pratiques qu'on peut en tirer. Je me réserve de le faire après l'examen d'une autre question qui se rattache trop bien à mon sujet pour ne pas mériter d'être traitée séparément.

Jusqu'ici je me suis tenu rigoureusement à une simple exposition des faits qui se sont passés sous mes yeux, ou que j'ai reproduits à dessein. Maintenant je vais jeter un coup-d'œil rapide sur l'opinion générale touchant la vaccinelle.

Dès 1818, M. Brice avait désigné sous ce nom la variété de fausse vaccine qui se rapproche le plus de la véritable.

M. Rayer, qui s'en est longuement occupé, le lui a conservé. Je tiens peu aux mots, mais il me semble que celui de vaccinoïde, dans les idées de ce dermatographe distingué, eût été plus convenable et qu'en réservant celui de vaccinelle pour les degrés inférieurs de la fausse vaccine, il eût contribué à la perfection du langage médical, en même temps qu'il établissait une heu-

reuse concordance entre les trois degrés de la vaccine (vaccine, vaccinoïde, vaccinelle) et les trois formes de la variole admises aujourd'hui (variole, varioloïde, varicelle). Quoi qu'il en soit, ces distinctions, purement spéculatives, sont-elles assez nettement tranchées pour ne laisser aucun doute dans l'esprit des observateurs ? Y a-t-il, je le répète, des limites bien précises entre le degré supérieur de la fausse vaccine et le degré inférieur de la vaccinelle, par exemple, ou bien entre la vaccinelle à son plus haut point de perfection et la vaccine des adultes ou même quelquefois celle des enfants chétifs, malingres ? Où donc commencent ces variétés ? Où finissent-elles ? Personne jusqu'ici, que je sache, ne l'a dit avec une précision suffisante. C'est donc un point de doctrine encore obscur qui attend sa solution de la voie d'expérimentation, la seule à suivre en pareille matière.

La propriété contagieuse ou non du fluide recueilli n'établirait-elle pas une distinction plus naturelle entre la vraie ou la fausse vaccine ? Cette propriété se rencontre, ai-je dit, dans des degrés peu élevés de l'éruption jennérienne, alors qu'elle n'est pas encore vaccinelle et que déjà elle n'est plus fausse vaccine. Les inoculations fructueuses que j'ai obtenues quelquefois en fournissent la preuve. Je pense que toutes ces variétés, qui n'ont en dernière analyse qu'une seule et même origine, n'offrent de résultats si divers que par des circonstances qui leur sont étrangères ou plutôt qui sont purement individuelles aux sujets qu'elles atteignent. Ainsi, le même vaccin donnera à celui-ci la fausse vaccine, à celui-là la véritable, à cet autre la vaccinelle, selon que le premier aura été vacciné ou variolé depuis peu de temps, que le second sera resté étranger à l'action de l'un de ces virus, et que chez le troisième l'immunité acquise commence à décroître ou même est tout-à-fait éteinte. L'étude de cette décroissance est fort remarquable, mais difficile à faire ; car peu d'individus se soumettent volontiers à des

revaccinations périodiques, seul moyen pourtant d'étudier avec fruit ce point intéressant. Voici comment j'ai procédé sur moi-même. Depuis trois ans (j'en ai 35) je me suis régulièrement vacciné de six mois en six mois. Pendant deux ans je n'ai rien obtenu que de petites élevures passagères; puis est venue une fausse vaccine, promptement abortive, puis une autre plus persistante. Enfin, tout récemment, j'eus un bouton, faiblement déprimé à son centre, d'un aspect assez différent encore de la vaccinelle, dont les périodes d'incubation, de développement, de dessiccation ont duré vingt-trois jours. N'ai-je pas le droit de croire que la puissance préservative de ma première vaccination s'affaiblit notablement et qu'en persistant avec la même régularité, j'arriverai bientôt à quelque chose de plus complet que tout ce que j'ai obtenu jusqu'ici? Un fait isolé n'a pas grande importance, je le comprends, mais si je le rapproche des essais dont j'ai rendu compte, je ne puis lui refuser, du moins, une certaine valeur confirmative.

Voyons maintenant quelles sont les causes de la vaccinelle d'après M. Rayer.

Ce sont : 1.° L'inoculation de la vaccine sur des sujets qui ont déjà été vaccinés.

2.° L'inoculation de la vaccine sur ceux qui ont eu la variole naturelle ou inoculée.

3.° L'inoculation simultanée de la variole et de la vaccine.

4.° L'insertion du vaccin pendant l'incubation de la variole ou pendant la fièvre primaire varioleuse.

5.° L'insertion accidentelle du cowpox sur un sujet qui avait eu la variole.

Sans doute, sur un très-bon nombre de vaccinés et sur quelques variolés, on obtient aisément la vaccinelle. Mais ce qu'on n'a pas dit encore, que je sache, c'est qu'il faut tenir compte de l'âge des sujets, qui modifie puissamment le développement de cette éruption. Ainsi chez ceux ayant moins de 25 ans je

n'ai réussique 7 fois sur 39, tandis que je trouve 32 succès sur 43 chez ceux qui avaient dépassé cet âge (voir le tableau ci-dessus). Tous, je le répète, ont été choisis à dessein parmi ceux qui offraient les plus belles traces d'une bonne vaccination, pratiquée dans les premiers temps de la vie, ce qui est encore, comme je l'ai déjà dit, une condition essentielle; car plus on est éloigné de la première insertion, plus la vaccinelle est bien développée, plus aussi elle se rapproche de la vaccine.

Je suis porté à croire qu'il en est de même pour les variolés et qu'il faut réunir la double condition de l'âge et d'un assez grand éloignement de l'époque de la vie où ils furent frappés. Chez ceux qui ont moins de 30 ans, j'ai remarqué que la vaccine ne se développait pas ou avortait rapidement. Dans un âge plus avancé, j'ai vu cinq à six fois la vaccinelle ombiliquée qui a repris, par une nouvelle transmission, l'aspect de la meilleure vaccination. Parmi ces faits, je citerai une dame de 58 ans, variolée dans son enfance, en même temps que ses frères et sœurs, dont quelques-uns sont assez défigurés, chez laquelle, après plusieurs tentatives, j'obtins deux boutons *nacrés* qui se sont parfaitement reproduits chez les enfants que j'ai soumis à cette épreuve. J'ai tout récemment fait la même observation chez une femme de 29 ans, mais ici les boutons étaient couleur hortensia, ce qui n'a nui en rien à leur reproduction sur plusieurs sujets. Néanmoins, mes succès sur les variolés sont très-loin d'être aussi nombreux que sur les vaccinés de 25 à 40 ans.

Comme il ne m'est jamais arrivé d'inoculer à la fois la variole et la vaccine, je passe volontiers sur cette cause de la vaccinelle. Seulement, je dois dire incidemment que j'ai vacciné trois fois avec du vaccin pris sur des varioleux pendant les différentes périodes de la maladie, et trois fois j'ai pu constater la vaccine la plus régulière. Ce n'est là qu'une nouvelle consécration de tout ce qu'on a déjà tenté si souvent sur cet important sujet.

Je ne sais jusqu'à quel point M. Rayer a pu s'assurer des

modifications que la variole peut faire subir au développement de la vaccine, lorsque ces deux éruptions sont aux prises sur le même sujet. Mais en admettant cette cause, n'est-ce pas avouer que la variole atténue puissamment l'action de ce virus, puisqu'elle aurait, dans ce cas, le pouvoir de le faire décheoir au degré de vaccinelle, laquelle, d'après M. Rayer, ne jouit d'autre vertu préservative. Or, la variole enlèverait donc au vaccin son plus heureux privilège! Il ne suffirait pour cela que de les mettre en présence. Mais ce n'est pas là ce qu'ont dit les vaccinateurs les plus expérimentés, bien au contraire. Dans le cours de l'épidémie actuelle, il m'est arrivé de vacciner dans la période d'incubation de la variole, alors que la fièvre d'éruption était dans toute sa violence, et même lorsque les pustules pointaient à la face, et chaque fois je n'ai remarqué aucune altération, soit dans la marche, soit dans la forme de la vaccine, moins encore dans sa propriété contagieuse. Souvent, j'ai constaté un amendement rapide dans la variole, laquelle se trouvait quelquefois réduite aux proportions d'une simple varioloïde, c'est-à-dire, que la période dite de suppuration, la plus dangereuse de toutes, manquait ou était notablement affaiblie; toutefois lorsqu'en raison du jour de son insertion la vaccine ne se montrait qu'après la sortie complète de la variole, celle-ci n'était plus influencée par elle dans sa seconde période, sans que pour cela la première fût privée de ses propriétés, ainsi que me l'ont suffisamment démontré les heureux résultats que j'obtenais de son inoculation.

Quant à la cinquième cause de la vaccinelle (l'insertion accidentelle du cowpox sur un sujet déjà variolé), elle me paraît superflue puisqu'elle rentre entièrement dans la seconde, à moins, ce que je ne pense pas, que M. Rayer n'accorde au cowpox une puissance de préservation plus grande qu'à la vaccine transmise depuis plus de quarante années. Cette opinion compte des partisans, en tête desquels il faut ranger M. Fiard, qui est en même temps un intrépide champion des revaccina-

tions. Cette question, dont le temps seul peut amener la solution satisfaisante, est vivement agitée depuis plusieurs années. Cependant depuis que M. le docteur Perdrau a retrouvé le cowpox à Passy, on a multiplié les expériences nécessaires pour dissiper tous les doutes, et il en est résulté que si le cowpox, dans ses premières transmissions à l'homme, donne lieu à une éruption plus franchement inflammatoire, ces phénomènes s'affaiblissent bientôt à tel point que, dès la troisième génération, le vaccin primitif ne diffère plus de celui dont on se sert depuis la découverte de Jenner. Ainsi je crois que l'insertion accidentelle du cowpox à un variolé ne produirait peut-être que des phénomènes plus prononcés, lesquels n'acquerraient une véritable importance qu'autant que l'âge du sujet l'éloignerait davantage de l'époque de la maladie.

Je crois inutile de pousser plus avant l'analyse des causes de la vaccinelle selon M. Rayer et la plupart des auteurs, et je conclus, d'après les faits que j'ai exposés ci-dessus, que cette éruption n'a rien de spécial, comme on le prétend, puisqu'elle est impropre à se reproduire sans subir aussitôt une modification ou qui la dénature en pseudo-vaccine ou qui la régénère en lui rendant tous les caractères voulus d'une bonne vaccination. Ce n'est donc point, ainsi qu'on le répète, un produit bâtard, altéré de la vaccine, mais bien la vaccine elle-même, modifiée dans quelques-uns de ses caractères typiques, sans qu'elle soit privée pour cela de son pouvoir contagieux, préservatif, anti-variolique. En un mot et pour compléter ma pensée, c'est la vaccine des vaccinés ou des variolés chez lesquels l'immunité donnée par l'une ou l'autre de ces maladies décroît ou s'éteint. Ce qui semble le prouver, c'est que les altérations de la pustule qui ont fait *inventer* la vaccinelle sont d'autant moins prononcées que les sujets sont plus éloignés de leur première imprégnation, tandis que dans une période peu avancée de la vie on observe précisément le contraire, puisque

de degrés en degrés l'on arrive à une fausse vaccine dont la durée ne dépasse pas quelquefois plus d'un ou deux jours.

Si l'on me demande maintenant quel est le caractère essentiel de la vaccine, je réponds que c'est l'ombilication de la pustule. Pour moi, tout bouton blanc, fût-il nacré, s'il n'offre pas à son centre une dépression, même légère, m'est suspect, et ses transmissions, la plupart infidèles, justifient bientôt ma défiance; tandis qu'un bouton jaunâtre, livide, voire même tirant sur le violet, s'il est ombiliqué, même faiblement, reproduit une éruption semblable, si ce n'est sous le rapport de la couleur, éruption qui variera, ai-je dit, selon l'âge du sujet, ou les maladies analogues qui l'auront antérieurement frappé.

L'on comprendra que si je m'arrête aussi long-temps sur la vaccinelle, si j'étudie assez longuement ses caractères et les circonstances qui la développent, c'est qu'une connaissance plus parfaite de la véritable nature de cette éruption peut être d'un poids immense dans l'importante question des revaccinations, ou plutôt c'est qu'elle la résoudrait sans réplique. En effet les adversaires d'une seconde inoculation, perdant chaque jour du terrain devant les milliers de faits qui militent contre eux de toute part, se sont enfin retranchés dans une dénégation absolue touchant la qualité des pustules obtenues dans ce cas. Ils vont partout répétant qu'en Allemagne, en Danemarck, en Suède, l'on confond la vaccinelle avec la vraie vaccine, faisant ainsi aux médecins souvent remarquables de ces nations l'injure de les croire incapables de distinguer entre elles les différentes apparences vaccinales, ou, ce qui est plus grave encore, celle de mettre en doute leur probité scientifique, ce cachet essentiel de tout travail médical. Mais que devient cet argument, le seul qui survive aujourd'hui, si j'ai réussi à démontrer que la vaccinelle et la vaccine proprement dite sont identiques au fond et ne diffèrent entr'elles que par des modifications dans les formes; que ces dissemblances, qui roulent seule-

ment sur la couleur des boutons et sur leur développement plus ou moins hâtif, ne sont que momentanées et particulières aux sujets déjà vaccinés ou variolés, et qu'elles disparaissent sans retour chez ceux qui sont restés étrangers à ces deux éruptions? Or, si l'on admet avec moi la plus parfaite analogie entre la vaccinelle et la vaccine, la question si vivement débattue des revaccinations n'est-elle pas aussitôt victorieusement résolue ? Car comment échapper à ce dilemme qui résume parfaitement la discussion : Ou la vaccinelle n'est qu'une variété sans valeur de la vaccine, ou bien c'est la vaccine elle-même momentanément mitigée. Dans le premier cas, je demande à quels signes l'on peut distinguer la vaccine de la vaccinelle à sa seconde génération ? Si au contraire c'est la vaccine elle-même, n'en faut-il pas conclure que tous ceux chez lesquels elle se manifeste ont été revaccinés avec succès et, *à fortiori*, qu'ils avaient besoin de l'être, puisqu'il est assez généralement reconnu que la vaccine ne se montre que sur les individus aptes à contracter la variole. Certes le nombre des revaccinés est assez grand aujourd'hui pour qu'on veuille bien m'épargner l'argument, tant usé, de la prédisposition qu'ont quelques individus à contracter deux fois la variole ou la vaccine, car, dans l'espèce, l'exception deviendrait la règle.

Je pense donc que l'action préservative de la vaccine n'est que temporaire. L'on a peine à comprendre comment les ardents propagateurs de ce puissant bienfait, ces hommes qui méritent une éternelle reconnaissance, aient pu abuser à ce point de l'induction que, dès l'origine de cette brillante découverte, ils n'ont pas craint de proclamer son infaillibilité et d'assurer qu'elle accompagnait et protégeait l'homme pendant toute sa carrière. Qu'en savaient-ils ? N'eût-il pas été plus sage de laisser au siècle suivant la solution de ce problème, alors insoluble, ou d'attendre au moins la disparition de la génération vaccinée ?

Mais, disent les partisans de la préservation absolue, illimitée,

Jenner tenta vainement une nouvelle inoculation sur de très-vieilles femmes atteintes du cowpox dans leur enfance. A cela ne peut-on pas répondre qu'outre que l'absorption cutanée est presque nulle dans la vieillesse et par suite toute inoculation difficile, Jenner, quelque habileté d'observation qu'on lui suppose, a-t-il pu toujours constater suffisamment l'exactitude des faits rapportés par les sujets soumis à ses investigations? Mais les cicatrices, dira-t-on? Personne n'ignore, je crois, que toutes s'effacent par les progrès de l'âge, sinon complètement peut-être, mais assez, à coup sûr, pour laisser souvent des doutes sur leur véritable origine. Pourquoi donc les cicatrices vaccinales feraient-elles exception à cette loi physiologique? Déjà il n'est pas très-difficile de signaler un faible commencement de disparition chez les plus anciens vaccinés. Que sera-ce lorsqu'ils auront 70, 80 ans? Quant au mécanisme de cette disparition, qui n'a pas encore été étudié, que je sache, il est assez curieux. Il m'a paru que ce sont les points noirâtres du centre, ceux qui correspondent, par conséquent, aux cicatricules du derme qui s'effacent les premiers, en sorte que *jusqu'ici*, la disparition ne porte pas encore sur l'ensemble de la cicatrice, mais bien sur son principal caractère, celui qui la différencie de toute autre lésion analogue. Tout le monde sait qu'il en est ainsi pour les traces de la variole, même la plus confluente. Elles deviennent peu apparentes dans la vieillesse et perdent également le *pointillé* qui leur est propre: et cela d'autant mieux que la maladie s'est montrée dans le premier âge.

C'est au milieu de la sécurité la plus profonde que vinrent surgir tout-à-coup des épidémies meurtrières, qui n'épargnèrent pas les vaccinés. Alors des doutes s'élevèrent de toute part sur la puissance illimitée de la vaccine. Bientôt les succès incontestables des revaccinations achevèrent d'enlever aux moins crédules leurs dernières illusions. Les faits les plus authentiques se multiplièrent à tel point que plusieurs gouvernements

rendirent obligatoire une nouvelle inoculation. La France seule, elle qui marche d'ordinaire à la tête de tous les progrès, resta indifférente et comme hors de cause, en présence des vifs débats qui agitaient ses voisins. L'académie royale de médecine de Paris, ce corps qui devrait être le grand régulateur de tout mouvement de la science, donna elle-même, en 1838, une éclatante sanction à l'opinion ancienne en rejetant, sans presque les discuter, les propositions que le gouvernement lui faisait à ce sujet. Néanmoins l'académie des sciences, qui semble incliner vers l'opinion contraire, ou du moins qui ne la croit pas indigne d'un examen sérieux, proposait, peu de temps auparavant, cette question pour sujet du prix qu'elle décernera en 1842.

C'est là le premier, le seul encouragement officiel qui ait encore été donné en France au zèle des revaccinateurs.

Mais, en dehors de ces grandes corporations scientifiques, notre pays peut aussi compter de bons esprits, d'infatigables observateurs qui n'ont point tardé à répéter, à enrichir de faits nouveaux, concluants, pour la plupart, les expériences des étrangers. L'on doit à M. Robert, de Marseille, à M. Truffard, de Montbéliard, à M. Fiard et à quelques autres encore des travaux fort remarquables sur cette matière. Plusieurs notabilités médicales, à l'exemple de Thompson et de Grégory, ces dignes émules de Jenner, après avoir repoussé les revaccinations comme dangereuses, figurent aujourd'hui parmi leurs plus ardents partisans. Déjà M. Bousquet lui-même, qui professait sur la vaccine les doctrines les plus exclusives, les a singulièrement modifiées dans ce qu'elles ont de plus vital. Ainsi il n'est pas éloigné aujourd'hui d'admettre, avec M. Fiard, son pressant antagoniste, la dégénération du virus vaccin et par suite la nécessité de le renouveler à sa source primitive. Je ne crois pas à cette nécessité, puisque, comme je l'ai dit plus haut, j'ai pu m'assurer par moi-même que le cowpox, après un très-petit nombre de transmissions, ne fournissait plus une vaccination autrement

active que celle qu'on obtient de l'ancien virus; mais j'entrevois dans un prochain avenir que, par suite de cette première concession, cet honorable vaccinateur sera logiquement entraîné dans les rangs de ses anciens adversaires.

Certes une défection aussi importante, qui en amènera tant d'autres après elle, n'aurait rien qui dût surprendre. N'appartient-il pas aux hommes distingués qui recherchent avant tout la vérité de lui sacrifier jusqu'à leurs convictions les plus profondes? Ce ne sont que les esprits étroits et routiniers qui s'attachent opiniâtrément à l'erreur, par cela même qu'ils l'ont toujours encensée.

Peut-on arriver à déterminer les limites de préservation de la vaccine ?

Je penche volontiers à le croire. Mais il faut pour cela que les relevés statistiques qui abondent aujourd'hui mentionnent soigneusement l'époque précise de la première vaccination, seul moyen d'éviter bien des erreurs préjudiciables. Déjà plusieurs médecins, nationaux ou étrangers, ont tenté la solution de cette question. Les résultats si opposés auxquels ils sont arrivés prouvent assez qu'ils n'y ont pas réussi jusqu'à présent. Il me serait bien facile, à l'aide de l'excellent travail de M. Dezeimeris, de rapporter quelques-uns de ces essais et d'étaler ainsi un vain luxe d'érudition d'emprunt. Telle n'est pas mon intention, je n'ai voulu consigner dans cette note que *ce que j'ai vu* et non pas *ce que j'ai lu*, laissant à d'autres le soin délicat de généraliser les faits, jusqu'ici épars çà et là, et de coordonner les matériaux qui constitueront peut-être un jour la base immuable de nos connaissances sur la vaccine. Pourtant, s'il m'est permis de raisonner d'après le relevé que j'ai présenté plus haut, il en résulte évidemment que si l'on examine la totalité des âges, je compte des succès sur près de la moitié de mes revaccinations, succès ainsi répartis :

7 sur 39 jusqu'à 25 ans.

32 sur 43 après cet âge.

Cette proportion augmente encore après trente ans révolus puisque je trouve 20 succès sur 25 opérations.

1	succès sur	19	opérations	dans les 15 premières années.
2	—	11	—	de 15 à 20 ans.
4	—	9	—	de 20 à 25.
12	—	18	—	de 25 à 30.
12	—	15	—	de 30 à 35.
6	—	8	—	de 35 à 40.
2	—	2	—	de 40 et au-dessus.
—		—		
39 succès.		82 revaccinations.		

D'où l'on peut conclure que s'il est vrai que la majeure partie des vaccinés au-dessous de 20 ans est encore préservée, il faut admettre que la puissance de la vaccine s'affaiblit de 20 à 25, décroît rapidement de 25 à 30, et s'éteint ou devient presque nulle après cet âge.

Si j'examine maintenant les conséquences pratiques de ces chiffres, je trouve qu'en temps d'épidémie, tout individu de 20 ans doit être revacciné et qu'il faut recommencer peu d'années après si l'on n'obtient que la fausse vaccine; que, hors le temps d'épidémie, il est sage de tenter la revaccination après 25 ans accomplis, sauf à la répéter si elle échoue, même incomplètement, tandis qu'après 30 ans on doit revacciner jusqu'à parfait succès.

Dans cet état de choses, je crois fermement que tout médecin vraiment digne de ce nom ne peut plus rester étranger à cette importante question et que le moment est venu où chacun doit fournir sa part d'observations, quelque faible, quelqu'incomplète qu'elle puisse être, pour arriver à lever jusqu'au dernier les doutes qui l'environnent encore. Il faut que chacun retrouve pour les revaccinations le zèle, le dévouement, et par-

dessus tout, le noble désintéressement qui furent autrefois nécessaires pour populariser les incontestables succès de l'opération jennérienne; car, je le dis hautement, au risque de blesser certaines susceptibilités, je ne suis pas de ceux qui répètent hypocritement que soulever dans le public des doutes sur la préservation à toujours de la vaccine, c'est compromettre l'avenir de cette découverte, encore mal consolidée dans certaines classes, dans certains pays. Je dis, au contraire, que la découverte de Jenner, la plus belle dont la science puisse se glorifier, ne sera complète qu'autant que l'on connaîtra avec exactitude les limites de son pouvoir protecteur. C'est alors seulement qu'elle recouvrera tout l'éclat, tout le prestige, toute la confiance dont la multiplicité de ses insuccès dans les grandes catastrophes varioliques tend chaque jour à la dépouiller.

C'est pour participer autant qu'il est en moi à cette œuvre d'humanité que j'ai rassemblé les expériences auxquelles je me suis livré, sans vouloir les étayer de celles des autres, sans vouloir examiner jusqu'à quel point elles se rapprochent ou s'éloignent de celles que l'on connait jusqu'à présent sur cette matière. Qu'importe si mon travail est entaché de redites ou de choses devenues vulgaires peut-être. Ne renfermât-il que la confirmation d'un seul fait, jusqu'ici douteux ou contesté, n'aurais-je pas encore le droit de me féliciter de ce modeste résultat ?

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR L'ENGOUEMENT ET L'ÉTRANGLEMENT DES HERNIES.

Par M. le docteur Mounier,

Professeur à l'hôpital militaire d'instruction de Lille,
Membre résidant.

L'histoire des hernies est, parmi les sujets nombreux qui constituent la science chirurgicale, l'un des plus importants sous tous les rapports. Que l'on étudie, en effet, d'une manière générale toutes les affections désignées collectivement sous le nom de *hernies*, ruptures, descentes, ou bien que, limitant son sujet, on dirige ses études sur une espèce en particulier, le champ est vaste, l'observation et l'analyse des faits mettent chaque jour en évidence des détails qui avaient échappé à nos devanciers. Tel est l'avantage de l'étude des spécialités, des questions bien circonscrites; on peut les voir sous toutes les faces, les examiner dans leurs plus fins détails, et l'on acquiert bientôt sur leur nature des données nouvelles qui confirment ou détruisent celles qui les ont précédées, et qui ont joui d'une grande faveur; tel est le procédé qu'ont suivi les Scarpa, les Lawrence, les A. Cooper, pour arriver à des connaissances exactes, positives sur les hernies; le résultat de leurs travaux a été immense pour l'humanité, car s'ils n'ont pas fait disparaître tous les dangers inhérents à la herniotomie, ils en ont du moins singulièrement simplifié le procédé opératoire, en indiquant des règles certaines pour éviter la lésion d'organes importants qui autrefois devaient au hasard seul de ne pas être blessés.

Depuis les travaux de Gimbernat, de Cooper, de Cloquet pour la hernie crurale, de Hesselbach, de Scarpa pour l'inguinale, il faut bien le reconnaître, ni l'une ni l'autre de ces tumeurs n'inspire plus de crainte, et si les rapports des parties entre elles sont à leur état normal, s'il n'arrive aucun de ces fâcheux accidents qui mettent la prévoyance humaine en défaut, l'opération est pratiquée avec autant de sécurité et de facilité que toute autre de la chirurgie. Grâce à ces laborieux observateurs, on ne s'expose plus à couper le cordon spermatique, à léser les vaisseaux, à mutiler les parties génitales, à perforer des membranes que leurs fonctions font un devoir de respecter; cette opération, régularisée et soumise à des préceptes fondés sur la disposition et les rapports des organes entre eux, ne laisse plus d'espoir de survivance à la routine, qui prescrivait de débrider toujours en-dedans ou toujours en-dehors, sans appuyer cette règle sur aucun fait de démonstration. Notre intention n'est pas de traiter les hernies en général, ni même une hernie quelconque en particulier; nous nous bornerons à l'étude et au traitement de deux accidents propres à ces affections, l'*engouement* et l'*étranglement;* ce sont deux événements graves pour une hernie, leur manifestation rend le pronostic de cette affection extrêmement dangereux, si non à-peu-près constamment mortel en l'absence des secours nécessaires.

L'engouement est un phénomène morbide, caractérisé par l'accumulation dans une anse intestinale de matières destinées à sortir par l'anus, accumulation assez grande pour rendre impossible la progression des substances qui parcourent de haut en bas le tube digestif: c'est un accident qui est propre aux hernies anciennes, volumineuses, et le plus souvent irréductibles; Scarpa désigne avec beaucoup de justesse cet état de l'intestin et des matières contenues par le mot *incarcération.* L'étranglement, au contraire, consiste dans la constriction exercée de dehors en-dedans sur une portion du tube alimen-

taire ou de ses annexes, par les tissus qui les environnent, les étreignent et troublent violemment leurs fonctions. On conçoit que l'engouement est propre aux hernies du canal digestif, et qu'il peut arriver sans étranglement et réciproquement. Plusieurs auteurs ont confondu ces deux accidents et ne se sont occupés que de l'étranglement qui, en effet, est le seul susceptible d'aggraver la situation du malade au point de mettre ses jours en péril; mais peut-on raisonnablement ne pas distinguer deux faits qui se ressemblent si peu, qui diffèrent tant par leurs causes, leurs symptômes, leur traitement ? Quel rapport de causalité existe entre eux ? Que l'un soit souvent la suite de l'autre, est-ce un motif suffisant de sacrifier l'étude du premier pour ne s'occuper que du second ? Il est, en chirurgie comme dans toutes les sciences, certains détails qui peuvent paraître minutieux, mais pour l'espèce, trop de raisons militent en faveur de la différence qui existe entre l'engouement et l'étranglement, pour ne pas la conserver. On a admis deux étranglements, l'un aigu, inflammatoire, l'autre lent ou par engouement. Que la constriction se déclare en peu ou plusieurs jours, avec ou sans phlegmasie des organes, l'indication est toujours la même, il faut faire rentrer l'intestin par les moyens variés que nous indiquerons. Rien jusqu'à ce jour ne prouve manifestement la possibilité de l'étranglement spasmodique produit par les fibres du grand oblique et adopté par Richter.

La cause de l'engouement est simple autant que facile à saisir. Que le tube digestif en partie hernié contienne et ne puisse expulser à fur et à mesure qu'elles arriveront les matières stercorales, il surviendra bientôt accumulation, stagnation, et enfin distension de l'anse herniée. Les causes de l'étranglement sont bien autrement nombreuses; si, le plus ordinairement, cet accident est produit par les ouvertures du canal inguinal ou crural, ou, d'une manière générale, par l'orifice du conduit qui a laissé s'échapper la hernie, il arrive aussi

quelquefois qu'il est produit par les causes les plus bizarres, et qu'il eût été impossible de découvrir. On a cité des étranglements causés par une déchirure du sac, une perforation de l'épiploon, par des viscères déplacés, des brides anormales, la torsion sur elle-même de l'anse intestinale, et mille altérations pathologiques dont le résultat est la compression du tube digestif et l'interruption des matières stercorales.

Scarpa, Hey, Lawrence, ont fait mention de causes extrêmement curieuses d'étranglement.

L'étranglement peut siéger dans tous les points de l'étendue de la hernie, à son corps, à son col. En résumé, son mécanisme, comme dit M. Velpeau, est de deux sortes; une ouverture fibreuse des parois abdominales peut céder, se dilater momentanément sous l'influence d'un effort, se laisser franchir par une portion de viscères et en vertu de son élasticité, revenir ensuite sur elle-même au point d'exercer une violente constriction sur l'organe qui vient la traverser : il y a alors étranglement par *réaction des voies herniaires*. Dans d'autres cas, les parties contenues se gonflent, se distendent avec plus ou moins de promptitude, et par ce mouvement excentrique, ne tardent pas à produire l'étranglement qui a lieu par *réaction des organes incarcérés*.

Il existe quelquefois des symptômes d'étranglement dont la principale cause n'est pas dans la hernie, mais bien dans tout le reste du canal intestinal, et l'on emploierait inutilement pour les combattre les topiques les mieux indiqués, si l'on n'avait recours en même temps aux médicaments internes, propres à calmer l'affection de tout le tube intestinal. Telle est sommairement l'étiologie de l'engouement et de l'étranglement; il est facile de remarquer ce qu'il existe de commun et de spécial dans chacun de ces deux états de la hernie. Sous ce premier point de vue, il nous semble que la distinction entre l'engouement et l'étranglement est amplement justifiée ; j'ajou-

terai, avec le célèbre chirurgien de Pavie, que toutes ces causes d'étranglement ne sont, à proprement parler, que prédispo santes, que la seule *déterminante* est, dans tous les cas, l'augmentation de volume de l'anse intestinale contenue dans la hernie, soit par la descente d'une nouvelle portion de l'intestin, soit par un développement subit de gaz ou un amas de matières fécales. L'anse d'intestin étranglée forme de l'un et de l'autre côté de l'anneau un angle plus ou moins prononcé et quelquefois très-aigu, avec la portion du même intestin qui est au-delà de l'anneau dans la cavité abdominale; cet angle est la véritable cause efficiente de l'étranglement.

Examinons maintenant l'appareil de symptômes par lesquels chacune de ces complications se traduit extérieurement à l'observateur. Dès que le cours des matières alimentaires ou stercorales se trouve intercepté, celles-ci s'entassent dans la tumeur, dont le volume, la pesanteur, et la densité prennent un accroissement considérable; les selles sont supprimées, le ventre se ballonne, les coliques surviennent, bientôt à ces prodromes succèdent les hoquets, et les vomissements muqueux d'abord, bilieux ensuite, et bientôt stercoraux. Le malade, dont la figure grippée s'inonde d'une sueur froide, éprouve un tiraillement pénible dans l'aine, dans les lombes, un pouls misérable ne laisse aucun doute sur la réalité des souffrances qu'il éprouve; la tumeur dure, rouge, rénitente, est irréductible, c'est là l'indice le plus certain de l'engouement. Cet état peut durer plusieurs jours, même plusieurs semaines, et dans les cas les plus heureux, les matières reprennent leur cours, les selles reparaissent; ce retour des fonctions intestinales depuis un plus ou moins long temps suspendues annonce la fin de l'orage, et le malade revient bientôt à son état normal; mais d'autres fois, et peut-être plus fréquemment encore, l'inflammation attaque les parties, et l'étranglement se déclare avec tous ses symptômes caractéristiques. Ceux-ci, sous plu-

sieurs rapports, ressemblent aux précédents; avec de l'attention, il est possible pourtant de faire la part de ce qui dépend de l'engouement et de ce qui appartient à l'étranglement. Dans le dernier cas, tous les signes qui accompagnent l'engouement se présentent également, mais leur ordre de succession, leur développement, sont en général plus rapides, et le mal arrive plus tôt à son summum d'intensité, circonstance importante à connaître, à bien apprécier, et qui doit faire pressentir toute l'imminence du danger encouru par le malade. Le sentiment de constriction qui de la tumeur irradie vers l'abdomen, la flexion du corps en avant pour diminuer la tension de l'abdomen, l'absence de matières dans la hernie, la douleur et la dureté dans l'endroit qui correspond à l'étranglement, s'étendant principalement au-dessous de ce point, tous ces signes, joints à ceux qui ont été précédemment cités, établissent d'une manière certaine le diagnostic de l'étranglement, qu'il sera plus facile encore de reconnaître lorsque l'engouement ne l'aura point précédé. Cet appareil symptomatique peut durer plus ou moins long-temps et disparaître ensuite, soit pour toujours, soit momentanément. Dans le premier cas, la hernie rentre d'elle-même, le malade est rendu à la vie ; dans le second, une péritonite ne tarde pas à se déclarer ou bien la tumeur s'affaisse, devient insensible, les traits du visage se décomposent, une sueur froide couvre le corps, le pouls est petit, fréquent, la prostration est extrême ; qu'on se garde bien alors d'être rassuré sur l'issue de la maladie, le médecin ignorant pourra se méprendre sur la nature du changement qui s'est opéré, mais l'homme instruit tremblera pour les jours de son malade, car il sait que ce cortège de symptômes est l'indice presque constant du passage de la hernie à l'état de gangrène. Tel est l'enchaînement de phénomènes que présente la hernie étranglée. Dès que leur évolution a commencé, si l'art n'apporte de prompts secours, elle arrivera sans aucun

doute à l'une ou l'autre fin, le malade se trouvera dans l'alternative ou de succomber aux douleurs et aux progrès envahissants de la gangrène, ou d'échapper au danger, grâce aux bienfaisants mais rares efforts de la nature, qui, quelquefois, surmonte les obstacles invincibles pour la science elle-même. Les différentes espèces d'étranglement que nous avons mentionnées n'affectent pas indistinctement toutes les hernies; l'existence nouvelle ou ancienne de la tumeur influe beaucoup sur la nature de l'agent constricteur. Ainsi qu'une hernie apparaissant pour la première fois s'étrangle aussitôt, ce sont les ouvertures aponévrotiques à travers lesquelles elle s'est échappée qui sont la cause de tous les accidents. Les parties, en effet, ont pu céder un instant aux efforts par lesquels l'intestin a franchi leur ouverture, mais une réaction ne tarde pas à s'opérer, et sans admettre une contraction active, les tissus fibreux par leur élasticité étreignent énergiquement les viscères qui, pour s'échapper de leur domicile, avaient surmonté la résistance de l'enceinte abdominale. Ce sont les mêmes parties qui produisent l'étranglement lorsque une hernie peu ancienne s'accroît brusquement par engouement, par l'inflammation des organes herniés, par l'addition de nouvelles parties à celles qui forment déjà la tumeur; mais que la hernie soit ancienne, il est probable qu'en vertu du plissement du collet du sac et de l'adhérence des plis entre eux, celui-ci ayant perdu son extensibilité, l'étranglement siégera à son niveau, sans que toutefois il soit impossible qu'il ait lieu aussi dans les ouvertures aponévrotiques. Enfin, comme il a été dit, la constriction pourra avoir lieu dans la tumeur même, et ce sont alors des brides, des déchirures du mésentère, de l'épiploon ou du sac. Tel est l'étranglement de la hernie : qu'on le mette en regard de l'engouement, il sera facile de reconnaître, autant que rationnel, d'établir la différence de l'un et l'autre de ces deux états. Ils sont dans une dépendance réci-

proque, l'un produit l'autre ou le prévient tour-à-tour; ils sont alternativement cause et effet, ils se compliquent même souvent, mais y a-t-il là des raisons suffisantes pour les confondre et les comprendre dans la même description ? Tel n'est point notre avis, et nous pensons qu'il est nécessaire de conserver la distinction établie du reste par plusieurs auteurs, entre l'engouement et l'étranglement.

Le pronostic de ces deux complications de la hernie varie singulièrement, et, sous ce rapport, la différence n'est pas moins tranchée. La tumeur est-elle engouée ? L'indication consiste à déterminer l'expulsion des matières qui sont incarcérées dans l'anse intestinale; il suffira souvent que le viscère reprenne sa tonicité naturelle, que des excitants extérieurs ou intérieurs éveilleront après un temps plus ou moins long. Si l'on réfléchit que c'est presque toujours à une hernie ancienne et volumineuse que cet accident arrive, qu'habituellement c'est à travers cette même tumeur, quelquefois irréductible, que cheminent les matières; qu'il résulte de cette disposition une tension variable des parties, suivant l'époque de la digestion et la masse des aliments ingérés, on ne verra dans l'engouement que l'exagération de l'état habituel de la cavité de l'intestin, mais sans altération de ses parois. Les organes sont passifs dans cette circonstance, ils ne souffrent pas précisément, ils sont gênés dans leur acte fonctionnel; aussi voit-on de nombreux exemples d'engouements énormes qui, après quinze jours, trois semaines, un mois, se sont spontanément dissipés sous l'influence de moyens qui n'ont eu qu'une action douteuse sur leur disparition. Le danger n'est réellement sérieux, imminent, que lorsque les matières continuent d'arriver dans l'anse intestinale, s'entassent au point de ne pouvoir plus être expulsées; alors l'étranglement survient et le pronostic est d'une tout autre gravité. Dans ce cas, c'est un anneau plus ou moins résistant qui serre circulairement l'intestin ou l'épiploon.

Le premier effet de cette étreinte est la gène de la circulation, la stase du sang dans les vaisseaux, l'engorgement des viscères herniés; si l'obstacle persiste, une inflammation vive, du col d'abord, du corps ensuite de la tumeur ne tardera pas à éclater; des ulcérations, la gangrène, au niveau du rétrécissement et dans toute l'étendue de la hernie, succèderont à ces accidents précurseurs. On serait dans l'erreur de croire qu'une temporisation longue soit permise ici comme dans le cas d'engouement; les classiques abondent en faits qui montrent la gangrène déclarée après quatre, trois et même un jour, depuis la manifestation de l'étranglement. Il faut être bien pénétré de cette différence dans la promptitude de la marche des accidents pour ne pas perdre un temps précieux et irréparable dans l'inaction; il faut, en peu d'heures, administrer les moyens qui seront indiqués, et si leur emploi n'a pas le succès que l'on attend, l'hésitation n'est plus permise, il est urgent de lever l'obstacle, de couper le cercle de qui dépendent tous les accidents. L'étranglement est donc une complication de la hernie beaucoup plus dangereuse que l'engouement; elle sera à son dernier degré de gravité si le premier succède au second, et la raison en est facile à déduire.

Arrivons maintenant au traitement de chacune de ces complications de la hernie. En consultant les annales de la science, on ne peut se défendre de l'étonnement de voir les chirurgiens professer des opinions si diverses sur la valeur des agents thérapeutiques à employer contre ces accidents herniaires; une infinité de moyens ont été tour à tour pronés et rejetés; les médicaments les plus opposés dans leur action ont, d'après le témoignage des praticiens, produit des effets merveilleux, et ce qu'il y a de plus surprenant, c'est que les uns s'appliquent à user exclusivement et à faire le panégyrique de remèdes que d'autres repoussent complètement de la pratique, en leur attribuant des résultats pernicieux ou du moins infidèles, qui

ne servent qu'à entretenir le malade et le médecin dans une fâcheuse sécurité sans arrêter les progrès du mal. Cette divergence d'opinions tiendrait-elle à ce que l'engouement et l'étranglement ont été confondus dans l'esprit de ces auteurs? Je serais assez tenté de le croire; je pense toutefois que ces effets variables ont dépendu beaucoup du mode et de l'époque de l'administration de ces moyens, et que la disposition, le tempérament des individus y ont eu également leur part. Ces agents curatifs, pour être bien appréciés, méritent d'être examinés isolément; c'est le moyen le plus convenable de faire ressortir leur influence spéciale dans chacune de ces périodes de la hernie.

Engouement.

1.° *Taxis.* Le premier, le plus ancien et le plus efficace des moyens qu'on doit employer pour la réduction de la hernie, c'est le *taxis*. Cette opération délicate exige, de la part du chirurgien, les connaissances les plus exactes de l'anatomie topographique; il s'agit moins ici de comprimer fort que de comprimer juste et suivant la direction des canaux à travers lesquels s'est échappé l'intestin. Quel qu'ait été l'état de la hernie avant de s'engouer, fût-elle même irréductible, des tentatives de réduction doivent être faites; elles ont au moins l'avantage de disséminer les matières et d'en faciliter la progression. Pour pratiquer cette manœuvre avec succès, il faut bien se représenter la forme des ouvertures et des canaux traversés par les viscères. La sensation d'un gargouillement dans la tumeur, la diminution de son volume et de sa consistance, la réduction complète de la hernie ou son retour à son état primitif, quand elle était irréductible, ne laissent plus de doute sur la réussite. Le taxis, exercé pendant que le malade est couché en supination, les jambes fléchies et rapprochées, pour diminuer la tension des parois abdominales, le tronc légèrement

relevé, ne produit pas toujours la rentrée de l'organe engoué. On a conseillé différentes modifications qui, suivant leurs auteurs, ont admirablement secondé les efforts de réduction; aussi Sharp, Winslow font mettre leur malade à genoux, la tête basse, appuyé sur les coudes; Louis, Hey, font suspendre le malade par les jarrets, passés sur les épaules d'un homme vigoureux; Linacierde Chinon imagine, en 1819, un lit à bascule sur lequel il fixe le malade de manière à pouvoir le secouer plus ou moins vivement, en baissant et élevant tour à tour la tête de son appareil. M. Gama se borne à appliquer la paume de la main sur la tumeur, qu'il embrasse le plus complètement possible; cette position, qu'il garde pendant des heures entières, aidée de pressions légères et alternativement exercées sur toute la périphérie de la tumeur et suivant tous ses diamètres, produit les résultats les plus heureux; aussi, je ne sache pas que cet habile praticien ait jamais été obligé de recourir à la chélotomie. C'est le même procédé que M. Lisfranc recommande spécialement. MM. Amussat et Sharp, à la position indiquée plus haut, ajoutent des tractions, pratiquées de bas en haut sur les parois du ventre, du pubis au sternum, en comprimant modérément pour refouler les intestins à la partie supérieure de la cavité abdominale. Tels sont les moyens auxiliaires et les modifications indiqués pour le taxis. Autant cette opération peut être efficace quand elle est pratiquée par un homme habile, autant elle peut devenir dangereuse dans le cas opposé; qu'on se garde surtout de violenter les parties, de les malaxer, comme on n'a pas craint d'en donner le conseil, la gangrène n'a été que trop souvent le résultat de cette vicieuse pratique, que Petit et Desault ont stigmatisée d'une juste réprobation.

« Il y a des gens, dit Petit, qui veulent réussir à tout prix et » se vantent de réduire toutes les hernies; ils compriment, » meurtrissent, enflamment l'intestin; j'ai toujours fait avec » répugnance l'opération à des malades soumis à de pareilles

» épreuves ! Que de fois on a vu des malades périr le jour même
» de la réduction ! Aux uns on a trouvé le boyau gangréné, aux
» autres il était crevé et les matières fécales répandues dans le
» ventre. »

2.° Les purgatifs ont eu de nombreux partisans en Allemagne. Richter, entre autres, les employait unis à l'opium ; Legrand, d'Arles, administrait à doses réfractées et donnait la préférence au sulfate de magnésie. On s'est aussi servi de lavements d'eau savonneuse, d'eau salée ; tous ces irritants du tube digestif peuvent sans doute produire de bons effets en sollicitant la contractilité de l'intestin et déterminant, par suite, l'évacuation des matières renfermées dans la hernie ; mais il faut bien distinguer ici le cas où la tumeur est récemment engouée, modérément distendue, d'avec celui où elle est ancienne, volumineuse et complètement remplie de matières. L'intestin soumis à une pression excentrique considérable est en quelque sorte paralysé, il ne répond plus aux excitations intérieures, et si des purgatifs sont introduits, soit par le haut, soit par le bas, la portion supérieure et inférieure de l'anse intestinale, dont la vitalité n'a point encore subi d'altération, se contractant énergiquement, ne pourront qu'augmenter le danger de l'affection, déterminer même la rupture des tuniques de l'intestin, pour peu qu'elles soient lésées dans leur structure ; il faut donc ici user de beaucoup de réserve et agir avec précaution en observant les effets des purgatifs.

3.° *Lavements de tabac.* Les Anglais, et particulièrement Heister, Pott, A. Cooper, ont singulièrement préconisé les lavements de décoction de tabac, ainsi que les fumigations de ce narcotico âcre ; les essais tentés en France avec ces médicaments sont loin de justifier les éloges des chirurgiens de la Grande-Bretagne. On considère les préparations de tabac comme très-dangereuses, les accidents les plus graves ont été la suite de leur emploi ; aussi, généralement chez nous y a-t-on renoncé. Les

effets toxiques de cette plante ont été observés par Lawrence, Dupuytren et autres praticiens.

4.° *Opiacés.* Je ne pense point que l'opium puisse jamais produire les effets que lui ont attribués les praticiens qui l'ont employé; que ces préparations calment les douleurs du malade, les nausées, les vomissements, il n'y a, dans ces modifications de l'économie, rien qui étonne, et l'opium dérogerait à ses propriétés spécifiques s'il avait d'autres résultats; mais rien ne prouve qu'il agisse directement sur les parties qui empêchent les matières de suivre leur cours habituel. Ainsi, quoi qu'en disent Richter, Heberden, Guérin, de Bordeaux, ces substances n'ont que peu ou point d'influence sur le mal dont il s'agit. On peut en dire autant de la belladone, que M. Chevalier substitue à l'opium; que Speziani emploie en pommade sur la tumeur, Saint-Amand en cataplasmes, Riberi sur une bougie.

5.° *Styptiques.* Belloste a préconisé beaucoup les cataplasmes faits avec la balauste, la noix de galle et de cyprès, l'écorce de grenadier, les feuilles de mélilot, de camomille, le sulfate d'alumine et le muriate de soude, jetés ensemble et bouillis dans l'eau de forgeron ou dans de gros vin rouge. Si l'influence d'un remède était toujours en raison du nombre des substances qui la composent, assurément cette polypharmacie de Belloste devrait promptement réussir; mais il n'en est point ainsi, et ces cataplasmes n'ont pas été plus utiles que les fomentations vinaigrées de Bell, les préparations de plomb, la glace pilée et les affusions d'eau froide de J.-L. Petit.

Telle est à peu près toute la série des moyens qui ont été employés contre l'engouement des hernies; on pourrait dire que chacun d'eux peut être efficace dans les hernies modérément distendues par les matières, mais lorsque la tumeur est volumineuse, on doit peu compter sur leur efficacité, et il faut se hâter d'employer les ressources capables de lever l'étranglement.

ETRANGLEMENT.

Tous les moyens précédemment indiqués ont été et peuvent encore être employés contre l'étranglement, avec de plus ou moins grandes probabilités de réussite ; il en est d'autres qui, bien qu'applicables à l'engouement, ont cependant des résultats plus constants et plus avantageux dans l'étranglement, je veux parler des saignées, des bains, des réfrigérants, des antiphlogistiques en un mot. On peut sans doute recourir à ce traitement lorsque la stase des matières stercorales est accompagnée d'une irritation vive de la hernie ou de ses enveloppes, n'eussent-ils pour résultat que de calmer l'excitation générale; mais on est obligé de convenir que ces agents n'ont que peu d'influence sur le rétablissement des fonctions des viscères, et qu'avec eux il n'est pas facile de remplir la première indication, c'est-à-dire de décider la contractilité intestinale, condition indispensable à l'expulsion des matières. Mais hâtons-nous de reconnaître que si les antiphlogistiques ne jouissent pas d'une efficacité bien réelle contre l'engouement, ils produisent des effets souvent inespérés dans l'étranglement; les résultats de leur administration sont si connus de la généralité des praticiens, qu'il n'en est peut-être aucun, appelé pour une hernie étranglée, qui ne se fasse un devoir d'employer promptement la saignée générale, les sangsues, la glace et les cataplasmes sur la tumeur.

Cette manière d'agir est conforme aux lois physiologiques; elle a la sanction du raisonnement et de l'expérience; il n'est donc pas surprenant qu'elle soit érigée en méthode générale. Il existe bien, parmi les praticiens, quelques points litigieux relativement au mode d'emploi de ces divers moyens, mais l'opinion commune est que le traitement doit être essentiellement antiphlogistique. Je ne ferai que mentionner ici, comme d'un intérêt purement historique, *le fer à repasser, le morceau de plomb, la vessie remplie de mercure*, que l'on appliquait sur

la hernie, et que Wilmer, avec quelques chirurgiens anglais, a beaucoup préconisé; je n'accorderai pas plus d'importance à l'acupuncture, au galvanisme et aux ventouses, placées au-dessus de la tumeur. L'étrangeté de la plupart de ces moyens, quoique peu avantageux pour la réduction, prouve combien l'esprit humain est avide de nouvelles connaissances pour hâter les progrès de la science; le désir qu'il éprouve de trouver enfin un mode de traitement assez heureux pour prévenir les suites fatales de cette affection, justifiera toutes les tentatives, en apparence ridicules, auxquelles on s'est livré; ce sont des faits à enregistrer, mais non des exemples à suivre, jusqu'à ce que l'expérience, par une sanction authentique, en ait consacré la justesse et la valeur réelle. Après l'énumération de tous les moyens auxquels on a eu recours dans ces deux complications de la hernie, il nous reste à établir leur mode d'administration, ou bien, en d'autres termes, à résoudre ce double problème ?

Une hernie engouée ou étranglée se présentant, quelle doit être la conduite du chirurgien ?

Dans le premier cas, il faut d'abord essayer le taxis, d'après chacun des procédés indiqués. Pour peu que le malade éprouve des douleurs, ou que la réussite de cette opération soit difficile à obtenir, un bain chaud, une saignée jusqu'à syncope, des sangsues pendant que l'on tient le malade dans l'eau, en favorisant la détente des parties, disposeront les organes à rentrer. Si le taxis échoue, les lavements irritants pourront être essayés, ainsi que les frictions de belladone. Tant que le danger n'est pas imminent et que la hernie n'est qu'engouée, il est permis de temporiser; comme je l'ai dit, on a vu des descentes, engouées depuis plusieurs jours, plusieurs semaines, revenir à leur état primitif par l'effet de l'emploi continué de ce traitement, mais lorsque l'étranglement arrive, il ne reste plus alors qu'une ressource, c'est l'incision de l'espèce de lien qui étreint l'organe hernié. Si l'étranglement a lieu d'emblée, les mêmes

moyens, mais les antiphlogistiques plus particulièrement, doivent être employés avec promptitude : saignées du bras, sangsues sur la tumeur, bains, lavements mucilagineux, réfrigérants, tout doit être successivement ou simultanément mis à contribution, et si l'inflammation paraît menacer de passer à la gangrène, il n'y a pas de temps à perdre, il faut pratiquer l'opération ; le malade court alors le danger le plus imminent, que l'incision du cercle fibreux, agent de la constriction, peut seule conjurer. Il faut surtout ne point s'opiniâtrer à exercer le taxis : les effets pernicieux de cette mauvaise pratique, avant Petit, Desault, Pott, Richter, avaient déjà été signalés par Franco, qui disait, à propos de l'étranglement : « Bien souvent, » tant plus le presse-t-on avec la main pour le réduire, tant » plus s'augmentent l'inflammation et les douleurs aux parties » et au ventre. »

Il est en général préférable, pour le salut des malades, d'agir plus tôt que plus tard. Pott, Desault, Leblanc, Richter, ont prouvé, d'une manière incontestable, et les résultats authentiques de leur pratique sont les témoins irrécusables de ce fait, que l'on guérissait infiniment plus de malades en débridant de bonne heure qu'en temporisant. En général, on diffère trop d'en venir à l'opération, et c'est là, je pense, dit Scarpa, la véritable cause du peu de succès qu'ont obtenu plusieurs grands chirurgiens, tandis que d'autres, beaucoup moins habiles, réussissent presque toujours, parce qu'ils opèrent plus tôt.

Je connais plusieurs chirurgiens qui ont rejeté, dans leur pratique, jusqu'aux moindres tentatives de réduction par le taxis. Sans doute une pareille conduite annonce des craintes exagérées, et un praticien prudent compromettrait la science en s'y conformant toujours, mais elle sert au moins à faire pressentir tout le danger qu'entraînent avec elles les tentatives inconsidérées dans lesquelles plusieurs chirurgiens sacrifient des moments précieux. Je dirai enfin, pour la hernie étranglée, ce

que M. Trousseau affirme pour le croup : il est rare que l'on perde des malades en opérant vite ; il est rare qu'on en sauve en attendant le dernier moment. Lorsque en peu de temps, vingt-quatre heures au plus, les symptômes de l'étranglement persistent malgré l'emploi soutenu d'un traitement énergique, et à plus forte raison quand ils augmentent, il faut opérer ; chaque instant de retard ajoute un nouveau degré de gravité.

Voici, en terminant, quels sont les divers temps de l'opération.

Je suppose que toutes les dispositions préliminaires ayant été prises par l'opérateur, le malade soit placé dans une position convenable, c'est-à-dire en supination, et que le chirurgien aille procéder à l'incision des téguments, les parties ayant été préalablement rasées, nétoyées, essuyées, l'opérateur pratique une longue incision du sommet à la base de la tumeur, soit en soulevant la peau et en coupant toute l'épaisseur du pli, soit en l'incisant après l'avoir préalablement tendue. Cette manière de diviser la peau peut être moins prompte et est cependant préférable quand on est sûr de sa main ; elle permet de juger exactement de l'épaisseur des tissus et du nombre qui en est intéressé ; il est nécessaire que cette incision, pour plusieurs motifs faciles à apprécier, remonte un peu au-dessus et descende jusqu'au-dessous de la tumeur ; on prévient ainsi tous les obstacles qui pourraient enrayer plus tard l'opération, ou favoriser la stagnation du pus dans le fond de la poche. Quand la première incision n'a pas toute cette étendue, le chirurgien et un aide, saisissant chacun une lèvre de la plaie, soulèvent, tendent la peau vers les angles supérieur et inférieur et augmentent, par des incisions faciles à pratiquer, la longueur de la solution de continuité des téguments externes ; ce mode opératoire est préférable à l'incision pratiquée sur une sonde cannelée, qu'autrefois on poussait sous les tissus. On procède ensuite à la dissection des autres membranes qui enveloppent la hernie ; c'est alors que le chirurgien doit se rappeler nécessairement, et

d'une manière très-précise, le nombre des couches qu'il doit diviser. Que de différences, sous ce rapport, n'existe-t-il pas entre la hernie inguinale et la hernie crurale ! Tandis que l'une est recouverte par la tunique fibreuse, commune au cordon et au testicule; par le muscle crémaster, par le dartos, le scrotum et par autant de feuillets celluleux, placés entre chacune de ces membranes d'enveloppes, la seconde n'a tout au plus que le feuillet superficiel du fascia lata, le fascia superficialis et la peau; on prévoit d'avance quels seraient les résultats d'une méprise sur ce point, si l'opérateur oubliait la différence d'épaisseur des couches enveloppantes. L'incision de ces parties est pratiquée, soit avec le bistouri simplement, par une dissection délicate et raisonnée, soit avec la sonde cannelée, sur laquelle on glisse cet instrument, après l'avoir introduite dans une petite ouverture préalablement faite au moyen d'un pli soulevé avec des pinces, et excisé ensuite, ou bien encore avec des ciseaux mousses, dont une branche est introduite dans l'ouverture précitée; dans tous les cas, il est bon de donner à ces nouvelles plaies autant d'étendue qu'à celle de la peau. Si une hémorrhagie a lieu, on liera, ou bien on tordra les artères honteuses externes et quelquefois les tégumenteuses, qui en sont la source. Ce temps est un des plus difficiles, trop de précipitation pourrait nuire à la régularité autant qu'à l'achèvement facile de l'opération, il faut donc agir avec lenteur, tout en se rendant un compte exact des parties que l'on intéresse; il faut se rappeler que des plaques adipeuses, des kistes, des infiltrations sanguines et purulentes ont été trouvés entre le sac et la peau : ce sont autant de complications qui pourraient induire en erreur.

On arrive bientôt au sac de la hernie; tant qu'il se présente une surface plus ou moins rugueuse, tomenteuse, inégale; un mélange de plaques ou de pelotons adipeux, vasculeux, celluleux et lamelleux, que le collet de la tumeur n'est pas

libre, ne permet pas d'en parcourir la circonférence, soit avec le doigt, soit avec le bec d'une sonde jusque dans l'anneau, on est sûr que cette poche n'a point été ouverte. Qu'elle contienne ou non de la sérosité, on parvient à l'inciser en procédant avec beaucoup de ménagement, et la surface arborisée, luisante et lisse de l'intestin ne laisse plus de doute à l'opérateur. Si de la sérosité est accumulée dans le fond du sac, on peut y plonger la pointe de son bistouri et couper ensuite sur une sonde cannelée passée dans cette ouverture, toute la partie antérieure de l'enveloppe péritonéale; là se termine le second temps de l'opération; personne que je sache n'a osé suivre l'exemple de Louis, qui se flattait de mettre à découvert les viscères étranglés par deux corps de bistouri, un pour inciser le scrotum, l'autre pour ouvrir le sac (1). Le sac étant ouvert, une quantité variable de sérosité s'écoule ordinairement, et les viscères s'échappent entre les lèvres de la plaie, si toutefois ils n'ont pas contracté des adhérences qui leur sont immédiatement contiguës.

Si les organes sont dans leur état normal, que rien n'annonce une altération profonde, gangréneuse, irréparable par conséquent de leur tissu, il faut essayer de les faire rentrer dans l'abdomen; cette réduction est-elle impossible, il faut alors lever l'étranglement, et nous savons qu'il est produit par des causes bien différentes, mais en général, c'est le collet du sac pour les hernies anciennes, et les ouvertures des canaux aponévrotiques pour celles qui sont récentes; le lieu et la cause de la constriction étant reconnus, deux méthodes différentes se présentent pour détruire l'étranglement: ce sont la *dilatation* et l'*incision*; la

---

(1) Pour ma part, je doute que Louis ait jamais littéralement opéré comme il l'indique. On a lieu d'être surpris qu'un homme aussi prudent et aussi judicieux que le secrétaire perpétuel de l'Académie de chirurgie ait conçu un procédé aussi dangereux et aussi hardi.

première a été vantée et mise en pratique par Thévenin, Arnaud, Leblanc, je passe sous silence les raisons nombreuses qui, en prouvant, soit son inutilité, soit la difficulté de son emploi, l'ont fait rejeter de la pratique. L'incision ou le débridement consiste à diviser plus ou moins profondément, sur un ou plusieurs points, le bord libre du cercle constricteur : un très-grand nombre d'instruments ont été inventés pour atteindre ce but; tout le monde connaît les bistouris, caché de Bienaise, limé de Petit, ailé de Chaumas, celui de Pott, celui d'A. Cooper; le premier tranchant dans toute son étendue, le second seulement dans l'espace de six à huit lignes en commençant à trois lignes de son extrémité boutonnée; Thompson a également inventé un bistouri particulier; sans doute, ces instruments, plus ou moins ingénieux, peuvent être employés avantageusement, mais il nous semble que l'habitude y a la plus grande part, et qu'un bistouri droit, boutonné avec ou sans sonde, faciliterait également le débridement. Quelle que soit l'espèce de bistouri dont il se sert, le chirurgien, plaçant son indicateur de manière à ce que le dos en soit posé sur l'intestin et la pulpe du côté de l'étranglement sous lequel il tâche d'introduire l'ongle, glisse son bistouri d'abord à plat sur le doigt, en fait pénétrer la pointe émoussée sous le cercle constricteur, et en relevant ensuite le tranchant sur lui, pratique une ou plusieurs petites incisions; un bruit analogue à celui de parchemin que l'on déchire annonce que la section a été opérée; la possibilité d'introduire l'indicateur dans l'abdomen vient de plus confirmer ce résultat. Mais en débridant on s'expose à blesser des vaisseaux dont la lésion pourrait avoir des suites fâcheuses; il faut encore ici invoquer l'anatomie et se rappeler à une ligne près quel est le lieu précis qu'occupent ces vaisseaux. Les chirurgiens du siècle dernier ont singulièrement différé d'avis relativement au débridement dans la hernie inguinale; Garengeot, Sharp, Lafaye, Pott, Chopart, Desault,

Sabatier , incisaient toujours en-dehors ; Heister et Richter suivaient une pratique toute opposée et coupaient en-dedans. C'est seulement depuis Hesselback que l'on sait que tantôt la hernie est en-dehors de l'artère épigastrique et tantôt en-dedans. On a naturellement été conduit à cette conséquence que pour éviter la lésion de ce vaisseau, ont doit débrider en-dehors pour la hernie externe ou oblique, et en-dedans pour la hernie interne ou directe ; mais il n'est pas toujours facile de distinguer ces deux espèces de hernie l'une de l'autre , le diagnostic en est singulièrement rendu difficile par les modifications que le temps a fait subir aux intestins et aux ouvertures qui les ont laissé sortir de l'abdomen, aussi dans tous les cas, et pour respecter l'artère épigastrique, Scarpa, Dupuytren et tous les chirurgiens en général , débrident directement en haut, parallèlement à la ligne blanche ; le vaisseau se trouvant, dans les cas ordinaires, placé à environ trois lignes de l'orifice interne de l'anneau inguinal, il en résulte que la section de l'étranglement peut être conduite assez loin sans qu'il soit lésé ; on pourrait également faire sur toute la circonférence des incisions multiples peu étendues qui, au résumé, donneraient le même résultat ainsi que l'ont démontré MM. Vidal, Dupuytren, Amussat. Le débridement de la hernie crurale chez l'homme est beaucoup plus dangereux, parce qu'on est exposé à blesser le cordon spermatique, tandis que la lésion du ligament rond de l'utérus chez la femme ne peut donner lieu à aucun accident notable ; Arnaud , Garengeot et d'autres chirurgiens célèbres, tels que Verdier, Russel, Bassuel, Bourdon, ont suffisamment démontré la possibilité de la lésion des vaisseaux spermatiques, que Gunzius niait même, disait-il, en coupant en entier le ligament de fallope. Quelque erronée que paraisse cette opinion , j'ajouterai, en passant, que Dupuytren la professait encore dans ses derniers temps, ce que prouve son procédé opératoire ; toutefois, en se rappelant la forme et

les rapports de l'anneau crural, on sait qu'en haut il est croisé par le cordon spermatique, qu'à son côté externe se trouvent d'abord la veine ensuite l'artère crurales, en-dedans la base du ligament de Gimbernat; en arrière et en bas la branche horizontale du pubis; qu'à ses parties supérieure et externe répond l'artère épigastrique éloignée de sept à huit lignes. Le point qui paraît le moins dangereux à inciser à l'exclusion de toute anomalie, c'est sans contredit la base du ligament de Gimbernat: Scarpa, Hey et la plupart des chirurgiens suivaient ce procédé, Dupuytren incisait en haut et en-dehors, A. Cooper a conseillé de couper perpendiculairement en haut après avoir mis à découvert le cordon spermatique par une incision transversale faite sur son trajet et l'avoir relevé; chez la femme, on peut sans crainte et de prime abord imiter l'exemple du chirurgien anglais; la lésion du ligament rond, comme nous l'avons déjà dit, ne cause aucun danger. Il est bien entendu que nous avons supposé l'étranglement existant aux ouvertures supérieures des canaux inguinal et crural; si c'était l'orifice externe qui fût la cause de la constriction, on le débriderait simplement en glissant sous lui une sonde cannelée; il n'y a là aucun vaisseau qui soit exposé à être ouvert. On a également conseillé de faire des incisions multiples à toute la périphérie de l'étranglement, et les praticiens qui les ont employées en ont obtenu des résultats très-avantageux. Dès que le débridement est opéré, on procède dans les cas simples à la réduction de l'intestin ou de l'épiploon, qui sera d'autant plus facile que l'on maintiendra fixement avec des pinces chaque lèvre de la plaie faite au sac herniaire, et qu'on aura eu le soin d'en retirer une portion de l'abdomen : la conduite du chirurgien doit varier suivant que la hernie a des adhérences plus ou moins nombreuses, récentes ou anciennes, suivant qu'elle est saine ou gangréneuse, que son tissu est plus ou moins altéré : mais il n'entre pas dans mon plan de traiter de ces complications qui méritent des considé-

rations toutes spéciales : Dès que la réduction est opérée, on procède au pansement simple, consistant à rapprocher les bords de la plaie, à les maintenir réunis par des bandelettes agglutinatives et à recouvrir le tout de compresses longuettes, assujetties enfin au moyen d'un bandage triangulaire ou d'un suspensoir. Quand l'opération doit avoir une heureuse issue, l'intestin ne tarde pas à reprendre ses fonctions, et au bout de quinze jours à un mois, une cicatrice solide annonce l'accomplissement de la guérison. On a renoncé depuis long-temps à l'excision du sac et à la suture des lèvres de la plaie des téguments, le temps a fait justice de ces précautions inutiles et non moins dangereuses.

HERNIE INGUINALE GAUCHE, ÉTRANGLÉE DEPUIS TROIS JOURS,

Opérée avec succès par M. le docteur MOUNIER,

Professeur à l'hôpital militaire d'instruction de Lille, membre résidant.

M. Remy, de Senvigny-lez-Baville (Moselle), âgé de 57 ans, d'une constitution forte, portait, depuis un grand nombre d'années, une hernie inguinale gauche. La tumeur, abandonnée à elle-même, avait le volume d'un gros œuf de poule, rentrait assez facilement, et la présence d'un bandage assez vicieusement construit avait suffi pour la contenir sans qu'aucun accident se fût jamais déclaré. La pression exercée par le bandage quand il était à demeure avait déterminé des dilatations variqueuses dans les veines du cordon et du scrotum. Le 19 mars 1836, à la suite d'un effort que fit le malade pour abattre un acacia, la hernie glissa sous le bandage et une douleur subite se fit sentir dans les bourses. On se hâte d'enlever le brayer, le malade est mis au lit, des soins lui sont prodigués; on combat tous les accidents, mais rien ne calme le patient, et le 22 mars, à minuit, M. le docteur Remy, neveu du malade, m'appelle en consultation. Voici dans quel état je trouvai M. R....

Tumeur énorme du scrotum, dure, rénitente, douloureuse, violacée : de la partie la plus saillante de la tumeur à l'orifice externe du canal inguinal, je trouve dix pouces de longueur; les rides du scrotum ont complètement disparu; le testicule gauche, que je reconnais à la partie postérieure et supérieure de la tumeur, est le siége de douleurs très-vives, le testicule droit est confondu au milieu des parties herniées, le scrotum, en un mot, présente la forme d'une poche énorme, conique,

dont la base reposait sur le pubis. Palpée avec beaucoup de ménagements, la tumeur offre dans son milieu, à cinq pouces du bassin, un étranglement qui la divise en deux parties; l'inférieure est élastique, violacée; la supérieure est dure, extrêmement douloureuse: l'urine qu'on n'avait pu empêcher de couler en partie sur la tumeur, avait déterminé dans les points qu'elle avait touchés, une rubéfaction en forme de zone, qui parcourait obliquement la surface du scrotum de sa base à son sommet.

L'état général du malade était peu rassurant. — Les nausées existaient depuis deux jours, les vomissements bilieux d'abord, muqueux ensuite, stercoraux plus tard, avaient plusieurs fois effrayé la famille; le ventre était balonné, douloureux. — Peau froide, couverte de sueur, pouls 110. Le malade répond cependant aux questions, il a la conscience de son état, il est surtout plein de courage.

Des sangsues, des bains, la glace, l'opium, la belladona, le taxis, le tabac même, furent inutilement employés pendant les jours qui suivirent l'accident. Quoique persuadé que le taxis serait sans résultat, je n'essayai pas moins avec ménagement, et suivant les préceptes de M. Gama, je fis pratiquer une large saignée pendant que le malade était dans le bain. Rien n'ayant réussi, je proposai et l'on accepta l'opération avec empressement. Il était deux heures du matin, je ne supposai pas que le malade pût résister à ses souffrances jusqu'à l'arrivée du jour. — Je procédai, en conséquence, assisté de M. le docteur Remy et de deux personnes étrangères à la médecine.

Tout étant disposé convenablement, je fis partir une incision du pubis au sommet de la tumeur, et dans le sens du grand axe de la tumeur; elle présente huit pouces et demi de longueur. Le scrotum et le fascia superficialis sont divisés dans le premier temps. — Les artères honteuses externes donnent du sang, je les tords à l'instant même. — Je poursuis l'opéra-

tion en me servant de ciseaux à branches droites et pointes émoussées, et d'une pince à disséquer. — J'enlevais de petits lambeaux des tuniques, et à travers le trou qui en résultait, je passais une branche de ciseaux que je conduisais ensuite en haut et en bas de la tumeur. J'ai beaucoup à me féliciter de ce procédé que je préfère au bistouri conduit sur une sonde cannelée. Bien des raisons qu'il serait trop long de détailler dans une observation militent en sa faveur.

Je découvris et incisai de cette manière et successivement le crémaster, la tunique fibreuse commune au cordon et au testicule. Plus j'avançais, plus il devenait difficile de distinguer ces différentes enveloppes; enfin je parvins au sac; à peine y eus-je pratiqué une petite ouverture avec les ciseaux vers sa partie inférieure, qu'au même instant il s'en échappa un liquide épais, brunâtre, semblable à de la lie de vin, *d'une odeur stercorale*, je l'incise dans toute son étendue, et à ma grande satisfaction, je reconnais l'intestin; il est étranglé dans son milieu, je coupe une bride et aussitôt l'anse s'agrandit par la descente de ce que contenait le compartiment supérieur de la tumeur. En somme, on évalua la quantité de liquide à un verre. — L'anse intestinale avait plus de six pouces. De nombreuses adhérences sont détruites avec les doigts, celle qui divisait la tumeur en deux parties était diaphragmatique; elle nécessite l'emploi du bistouri boutonné. — Les deux lèvres du sac écartées, on va à la recherche du véritable étranglement que l'on trouve à un pouce au-dessus du pubis. Un bistouri droit boutonné, conduit sur la pulpe de l'indicateur, est porté au-dessus de l'anneau, une incision de une ligne et demie à deux lignes est faite parallèlement à la ligne blanche : un bruit particulier nous porte à croire qu'il est détruit. — Une légère traction suffit pour amener en-dehors une nouvelle portion de l'intestin, que l'on examine minutieusement dans toute sa surface. — Il est brun, violacé, mais chaud, sans

odeur prononcée, je n'hésite point à le faire rentrer dans l'abdomen. — Ce qui fut facile. — Un bandage très-simple fut appliqué. — Deux rouleaux de linge fin furent placés de chaque côté, dans le pli antérieur de la cuisse; ce moyen simple, secondé d'un gâteau de charpie, recouvert par un bandage triangulaire comprimant légèrement, suffit pour maintenir la hernie réduite. — Le malade fut porté dans son lit, et des coussins passés sous ses genoux. — A peine un quart-d'heure s'était-il écoulé, que plusieurs selles très-abondantes se succèdent, le calme renaît, un changement prodigieux dans toute l'économie se déclare, et le malade, après les premières émotions, se livre au sommeil qui dure jusqu'à deux heures du matin (sept heures.) (Diète. — Limonade. — Fomentations émollientes. —Lavements, si les selles sont difficiles.) Le pansement ne sera renouvelé que le quatrième jour de l'opération.

A la levée du premier appareil, les lèvres de la plaie sont revenues sur elles-mêmes, la contractilité des tissus a diminué de moitié l'étendue de la première incision. — Des bandelettes sont appliquées. — Même régime. — Mêmes prescriptions.

Toutes les fonctions s'accomplissent régulièrement. — Rien n'entrave la marche heureuse de la plaie, et le 22 avril, trente jours après l'opération, je retourne auprès de mon malade, qui me fait visiter son jardin en lui donnant le bras. — Tout était parfaitement cicatrisé.

Cette observation est curieuse à plusieurs titres. L'énormité de la tumeur, sa couleur violacée, son aspect bilobé, la grande quantité de liquide sero-sanguinolent renfermé dans le sac, l'adhérence du sac à l'intestin, sont autant de points qui méritent de fixer l'attention, mais que l'étendue et la nature de ce travail ne permettent pas de tenter momentanément.

Conclusions : 1.° Dans les hernies étranglées il ne faut pas trop insister sur le taxis.

2.° L'opération présente des chances de succès d'autant plus nombreuses qu'on l'a pratiquée plus tôt.

3.° On peut éviter des longueurs dans l'opération, en substituant les ciseaux et les pinces au bistouri et à la sonde cannelée, pour l'incision des enveloppes herniaires.

4.° *L'odeur stercorale* des parties n'implique pas nécessairement l'idée de perforation de l'anse intestinale.

5.° Le débridement est avantageux, même dans le cas de gangrène de l'anse intestinale.

6.° On doit proscrire les lavements purgatifs après la réduction de la hernie ; dès que l'intestin est replacé dans son lieu physiologique, ses fonctions ne tardent pas à être accomplies normalement ; et les irritants poussés dans le tube digestif exposent ce canal à devenir le siége de l'inflammation qui le menace depuis la manifestation des accidents.

HERNIE INGUINALE ÉTRANGLÉE,

COMPLIQUÉE D'ACCIDENTS TRÈS-GRAVES ET GUÉRIE SANS OPÉRATION;

Par M. Mouronval, docteur-médecin, à Bapaume, membre correspondant.

Le nommé Genou, âgé de 50 ans, de Bapaume, d'une bonne constitution, éprouva, au mois d'août 1836, à la suite d'un effort pour soulever un fardeau, une hernie inguinale du côté gauche. La tumeur était assez volumineuse, indolente, irrégulière, patente et ne laissait aucun doute sur sa nature épiploïque. Un chirurgien appelé le lendemain tenta en vain la réduction; les jours suivants, mêmes tentatives, mêmes résultats.

Le quatrième jour quelques vomissements se déclarèrent; constipation.

Le cinquième et le sixième jour, vomissements répétés de matières fécales; la tumeur herniaire commença à être douloureuse. Le septième jour, un second chirurgien fut appelé en consultation, et des efforts multipliés furent encore essayés inutilement pour faire rentrer la hernie; ces efforts furent même répétés deux jours de suite, sans aucun ménagement et avec une sorte de témérité. Le malade, fatigué de toutes ces manœuvres, essuya, le dernier jour, deux syncopes, qui furent suivies d'une fièvre ardente. Dès-lors, les chirurgiens renoncèrent aux tentatives de réduction et couvrirent de cataplasmes émollients la tumeur herniaire, qui était dans un état d'inflammation considérable; ils prescrivirent en même temps des lavements purgatifs, soit avec le sené et le sulfate de soude, soit avec une forte décoction de tabac, mais sans effet remarquable.

Le malade éprouvait de l'insomnie, de la soif et un hoquet fréquent. Appelé à cette époque en consultation, je fus d'avis d'en venir de suite à l'opération; mais mon opinion ne fut point partagée par mes confrères, qui regardèrent l'opération comme *prématurée*. Plus tard ils la considérèrent comme impossible, ou comme devant être suivie nécessairement d'une terminaison funeste, par suite des désordres qu'ils craignaient de rencontrer dans le sac herniaire. Les vomissements de matières fécales, les hoquets, les syncopes, la fièvre, le délire tourmentaient le malheureux malade, à qui on administra quelques bains tièdes.

Le quatorzième jour, la tumeur herniaire s'abcéda et il en sortit une énorme quantité de pus; des portions d'épiploon assez volumineuses se détachèrent et accompagnèrent la suppuratiou. On se contenta de panser à plat, et, après un mois de ce traitement, l'ouverture extérienre se rétrécit peu à peu et finit par disparaître entièrement. On toucha à diverses reprises avec le nitrate d'argent fondu les bourgeons charnus, proéminents, ainsi que quelques petites tumeurs placées dans le fond de la plaie et qui n'étaient autre chose que quelques restes de portions d'épiploon qui avaient été pincés dans l'anneau inguinal. Le hoquet et les vomissements diminuèrent de fréquence après l'ouverture de la tumeur herniaire et avaient complètement disparu le vingt-cinquième jour de la maladie. Les lavements purgatifs furent administrés fréquemment et finirent par rétablir le cours du ventre. On commença le vingt-sixième jour l'alimentation, qui n'offrit d'ailleurs rien de particulier.

HERNIE TRIPLE ÉTRANGLÉE.

OBSERVATION,

Par M. DOUALEN, docteur en médecine, membre résidant.

Il y a environ onze ou douze ans qu'en soulevant une porte de cave d'un poids considérable, madame E....., femme de confiance chez M. de la B....., percepteur des contributions, ressentit une vive douleur, avec une sensation de déchirement très-prononcée, dans toute la moitié supérieure de l'abdomen. Une tumeur volumineuse s'y développa au même instant. Le chirurgien qu'elle fit appeler, le vénérable docteur Boulet, reconnut une hernie, la réduisit aisément et la contint au moyen d'une ceinture lacée, à laquelle madame E..... substitua depuis un bandage ombilical à pelote très-large.

Cette dame, actuellement âgée de 45 ans, n'a jamais eu d'enfants; son embonpoint est médiocre, sa santé est bonne. Le 18 mai 1833, elle quitte son bandage pour se livrer à des occupations qu'elle croit peu fatigantes, et bientôt quelques douleurs abdominales l'avertissent de son imprudence. Madame E..... s'efforce de faire rentrer la hernie, *qui n'avait jamais été*, dit-elle, *aussi considérable*; pour la première fois elle ne peut y peut parvenir. Son médecin habituel, après plusieurs tentatives infructueuses, prescrit un bain, le repos, des lavements, etc.

Dans la nuit, les douleurs deviennent plus violentes; il y a des nausées, des vomissements, d'abord rares, ensuite assez fréquents. Les lavements n'amènent pas de selles. Le médecin

recourt encore au taxis, mais sans succès. Il conseille d'appliquer vingt sangsues autour de la tumeur, un bain prolongé après leur chute, des cataplasmes émollients, de nouveaux lavements, des boissons froides, acidulées. Il prévient ensuite madame E..... que, devant quitter la ville pendant toute la journée, il la confie à mes soins jusqu'à son retour.

Vers une heure, je vois cette dame pour la première fois. Elle vient d'entrer au bain; les piqûres de sangsues coulent abondamment. Elle éprouve du hoquet, des tiraillements d'estomac, des nausées, parfois des vomissements, de la constipation. Elle se plaint, par-dessus tout, de ne pouvoir avaler la boisson; *je sens*, dit-elle, *que rien n'arrive jusqu'à l'estomac.* Le pouls est fréquent, développé. La tumeur a le volume de la tête d'un enfant de cinq ans; son grand diamètre est oblique de gauche à droite et de haut en bas; elle s'étend de l'appendice xyphoïde au nombril et de l'hypocondre et du flanc droits à l'hypocondre gauche. Elle est assez molle, un peu aplatie, excepté vers sa partie supérieure gauche, où elle est légèrement tendue; aucune bosselure ne s'y remarque. La position et le séjour dans le bain pouvant faciliter la réduction, je la tente, mais inutilement.

Dans l'après-midi, j'apprends que le bain a d'abord soulagé madame E....., qu'elle a dormi paisiblement pendant deux heures; qu'à son réveil elle a ressenti de violentes coliques suivies de vomissements que rien ne peut arrêter. En effet, le hoquet est continuel, des matières fécales, sous forme de bouillie noirâtre, sont rejetées à chaque instant. L'abdomen, sensible partout, est ballonné dans sa portion sous-ombilicale; la face est pâle, grippée, baignée d'une sueur froide, le pouls petit, vif, parfois irrégulier; il y a un peu de délire. L'ensemble d'aussi graves symptômes rendait toute temporisation dangereuse, il fallait agir ou s'attendre à voir prochainement périr la malade. Opérer, telle était sans doute l'indi-

cation naturelle; mais dans quel point de cette vaste tumeur fallait-il chercher le siège de l'étranglement ? Rien ne l'indiquait puisqu'on ne peut la soulever dans aucune partie de sa circonférence et 'qu'elle n'est pas pédiculée comme il arrive presque toujours dans les hernies ombilicales, même lorsqu'elles ont beaucoup de volume. Je place les muscles abdominaux dans le plus grand relâchement possible, et j'essaie encore la réduction. Cette nouvelle tentative n'a pas plus de succès que les précédentes, la hernie ne cède nulle part. J'allais faire un appel aux lumières de quelques-uns de mes confrères, lorsqu'il me vint à l'esprit qu'il ne serait pas impossible que cette tumeur, quoique non bilobée, fût le résultat de deux hernies sorties à travers deux éraillures distinctes, et non d'une large éventration comme je l'avais d'abord supposé. Car, en effet, il est infiniment rare, *presque inoui*, dit M. Velpeau, que les hernies ventrales s'accompagnent d'étranglement, alors surtout qu'elles sont très-volumineuses. Celle-ci s'est développée instantanément à la suite d'un violent effort, avec déchirement très-bien perçu par la malade; cet effort n'a-il pas pu, en s'exerçant sur d'autres points de la paroi fibreuse de l'abdomen, préparer en quelque sorte des hernies consécutives? Cette hypothèse n'explique-elle pas aisément les symptômes d'étranglement? Frappé de cette idée, je tente la réduction *en détail;* je dirige avec ménagement mes premières tentatives sur la portion épigastrique de la tumeur, formée en partie, je crois, par le grand cul-de-sac de l'estomac. Après quelques difficultés cette portion rentre avec bruit, et il devient facile de constater une éraillure de la largeur d'un franc, située au côté gauche et à deux pouces de la ligne blanche. Encouragé par ce succès inespéré, bien que la tumeur soit à peine diminuée *d'un cinquième*, je place les doigts d'un aide sur cette ouverture, et je procède à la recherche de la seconde éraillure. Cette partie de la réduction est moins aisée que la première,

en raison du volume et de la direction de la tumeur que je tends à ramener doucement vers l'axe du corps, supposant qu'elle s'échappe à travers la ligne blanche ou dans son voisinage. N'obtenant rien dans ce sens, je refoule avec précaution la hernie vers les parties latérales de cette bande aponévrotique. Bientôt la tumeur cède; une grande partie rentre à travers un écartement (très-appréciable après la réduction), placé *à quatre pouces et à droite* du nombril. A ma grande surprise, il restait encore une troisième portion non réduite, constituant une véritable hernie ombilicale, d'un volume ordinaire, tout-à-fait indépendante des deux autres ventrales. Une simple pression suffit pour la faire rentrer; seulement l'ouverture anormale étant très-large, il est difficile de la maintenir sans beaucoup de soin.

Rien n'est plus facile que de constater la présence des trois éraillures chez madame E.....; de leur réunion résulte un triangle à côtés inégaux dont la base regarde à gauche.

Madame E....., qui avait éprouvé un soulagement notable après chaque réduction, n'accuse plus que de légères coliques. Pour la première fois, depuis vingt-quatre heures, elle avale sans difficulté quelques cuillerées d'eau sucrée. Comme je n'ai pas à ma disposition un bandage convenable, j'applique sur les trois ouvertures d'épaisses compresses graduées que je contiens avec un bandage de corps très-serré. Une selle dans la nuit. J'appris peu de jours après, par son médecin traitant, que madame E..... avait repris ses occupations ordinaires.

Cette observation m'a paru digne d'intérêt en ce qu'elle peut servir à rappeler aux praticiens que plusieurs hernies peuvent concourir à former une tumeur unique, et que, dans ce cas, ensemble ou séparément, elles apportent quelquefois des obstacles insurmontables à la rentrée des hernies ventrales, les plus aisément réductibles en apparence.

Nota. Trois ans après, madame E..... fut prise tout-à-coup

des mêmes accidents. Le médecin qu'elle appela en toute hâte ne voulut pas tenir compte du récit qu'elle lui fit, il rejeta comme chose *impossible* l'existence de trois hernies, et s'obstina, mais en vain, à réduire *en masse* cette énorme tumeur. La malade succomba en peu d'heures.

RÉSUMÉ

D'OBSERVATIONS FAITES SUR LA GRIPPE QUI A RÉGNÉ ÉPIDÉMIQUEMENT A LILLE, PENDANT LES MOIS DE JANVIER ET FÉVRIER 1837;

Par M. A. Hautrive, docteur en médecine, membre résidant.

Lorsqu'une épidémie étend son influence malfaisante sur les habitants des diverses contrées du globe, le devoir d'un médecin est d'apporter à la masse générale son contingent de recherches, d'expérience et de lumières, afin de participer, autant qu'il en est capable, à découvrir les moyens propres à prévenir ou à combattre avec avantage une maladie dont on ignore la nature, le siége et la cause. Des considérations d'intérêt personnel, la crainte d'une critique toujours facile, mais souvent injuste et mal fondée, ne doivent point le retenir; son travail, quel qu'il soit, aura le mérite incontestable de provoquer une controverse utile à la science et à l'humanité. Si les idées émises sont fausses, des idées plus justes les remplaceront, et un autre ne s'aventurera pas dans un chemin qui ne conduit point à la vérité. D'ailleurs, une opinion basée sur l'observation est toujours respectable, et, lorsque de nos jours on ne reconnait d'autre autorité que celle des faits et du raisonnement, l'autorité de quelques grands noms ne doit point empêcher les hommes de l'art de voir de leurs propres yeux et d'observer en toute liberté une maladie épidémique encore inconnue dans son essence.

C'est aussi par la comparaison d'observations faites sur la même maladie, dans le même pays, par des praticiens qui

différent d'opinion, qu'il devient possible de tracer un tableau exact de tous les symptômes, des nuances même de cette maladie et de se rendre compte de sa nature, par conséquent d'adopter une méthode rationnelle de traitement pour la combattre avec efficacité.

Ces considérations m'ont conduit à provoquer, dans la séance du 17 février 1837, une réunion générale des médecins qui font partie de la Société, afin de rédiger en commun l'histoire de l'épidémie de grippe qui s'est montrée à Lille au commencement de cette année. La réunion générale des médecins, indispensable pour écrire une monographie complète de la grippe dans notre localité, n'a point eu lieu; permettez cependant que je vous présente le résultat de mes observations, et veuillez ne voir dans mon travail imparfait qu'une opinion personnelle qui a besoin d'être corroborée par celle de mes honorables confrères pour avoir quelque valeur scientifique.

La dernière épidémie de grippe s'est montrée à Lille vers le 20 du mois de janvier 1837, sous l'influence d'une température froide et humide. Ses progrès ont été rapides, sa durée de trois à quatre septenaires; son action a été presque générale, et nous ne croyons pas dépasser la vérité en portant à 60,000 le nombre des individus qu'elle a atteints.

Les diverses phases de l'épidémie ont constamment été accompagnées des mêmes symptômes; son début, son apogée et son déclin ont offert le même caractère de bénignité.

La grippe n'a point choisi ses victimes : elle a frappé aveuglément tous les âges, tous les sexes, tous les tempéraments, toutes les professions; aucune localité, aucune position sociale n'a été épargnée.

Quelle est donc la cause essentielle et primitive d'une maladie qui exerce son action d'une manière générale et sans se laisser modifier par les circonstances de lieux, de climats, de saisons et de température? Nous avouons qu'il nous est impossible de

résoudre cette question d'une manière satisfaisante. Nous ne partageons point l'opinion de ceux qui attribuent au froid humide le développement de l'épidémie; c'est, à la vérité, sous l'influence de cette constitution atmosphérique que la grippe s'est montrée parmi nous, mais, tout en reconnaissant la justesse de cette observation, nous ne la trouvons pas assez concluante pour attribuer au froid humide la cause de la grippe; seulement nous croyons que cet état de l'atmosphère y prédispose fortement. Si, d'ailleurs, l'humidité froide était la cause déterminante de la grippe, il faudrait admettre l'endémie de cette maladie dans notre localité, où, pendant huit mois de l'année, l'atmosphère refroidie est chargée d'humidité.

Les symptômes de la grippe ont été très-variables sous le rapport de leur intensité et de leur nombre. Néanmoins il est facile de les grouper et d'apprécier le trouble qu'ils ont jeté dans les divers appareils.

Les organes de la vie de relation sont ceux qui ont donné les premiers des signes de souffrance. Une céphalalgie plus ou moins intense, un frisson entre les épaules et le long de l'épine dorsale, des horripilations, un malaise général, des douleurs contusives dans les membres, un abattement qui allait quelquefois jusqu'à la prostration, marquaient le début de la grippe.

Ce trouble de l'innervation était quelquefois tellement prononcé, qu'il était permis de soupçonner une fièvre grave ou une affection des méninges. Quelques malades ont éprouvé une céphalalgie sus-orbitaire atroce, des bourdonnements d'oreilles, des éblouissements, des vertiges et une grande prostration des forces musculaires.

Chez quelques individus on n'observait pas d'autres phénomènes morbides; la maladie semblait avorter après la période *nerveuse* ou *d'invasion*, mais, dans le plus grand nombre de cas, après 24 ou 48 heures de malaise, la seconde période se développait. Dans ce second ordre de symptômes, que nous

nommerons période de *réaction* ou *inflammatoire*, la céphalalgie continuait, la face devenait rouge, la conjonctive s'injectait, les yeux étaient larmoyants et supportaient difficilement la lumière, les malades éternuaient fréquemment et la muqueuse nasale était le siége d'un écoulement abondant; chez les jeunes gens il y avait d'abondantes épistaxis qui soulageaient.

Ces symptômes appartiennent au *coryza* et le caractérisent, aussi aurions-nous pu les résumer tous dans ce seul mot.

Le trouble des fonctions de l'appareil respiratoire s'est manifesté par la toux, qui est le symptôme prédominant et l'un des plus constants de la grippe; cette toux était plus ou moins fréquente et revenait par quintes qui fatiguaient beaucoup les malades. Chez quelques-uns l'expectoration était nulle, chez d'autres la matière expectorée se composait de crachats muqueux, flottants au milieu d'un liquide ressemblant à de l'albumine ou mieux encore à une solution gommeuse assez étendue. Chez les vieillards les crachats étaient opaques, collants au fond du vase, difficilement expectorés; chez les jeunes enfants ils étaient écumeux, obstruaient les bronches et eussent déterminé la suffocation de ces petits êtres si l'on ne fût parvenu à les leur faire rejeter.

Un grand nombre de malades se plaignaient de points pleurétiques; beaucoup d'entre eux accusaient des douleurs sous-sternales et aux attaches du diaphragme, mais ces douleurs ne se manifestaient que consécutivement à la toux et douze ou vingt-quatre heures après son développement.

Nous avons noté deux cas d'hémoptysie chez des individus qui avaient éprouvé, antérieurement à la grippe, cet accident grave.

Chez les adultes la dyspnée était moins fréquente que chez les vieillards et chez les individus atteints d'affections pulmonaires.

La région de la trachée et du larynx était souvent le siége d'une chaleur brûlante; la voix s'altérait et devenait enrouée; quelquefois il y avait une aphonie complète.

La percussion de la poitrine a constamment produit des résultats négatifs. L'auscultation a fait entendre, dans quelques cas, du râle muqueux, et parfois, chez les vieillards, de la pectoriloquie. On conçoit qu'il n'est ici question que des cas de grippe non compliqués.

Dans la période d'invasion le pouls conservait quelquefois son type normal, ou bien il descendait au-dessous de ce type; plus tard les malades présentaient un mouvement fébrile prononcé. Dans beaucoup de cas nous avons observé ce groupe de symptômes, qui caractérisent la fièvre inflammatoire: pouls dur et fréquent, face vultueuse, peau chaude, halitueuse et légèrement colorée en rouge.

Au début de la grippe, dans la période d'invasion, la langue était dans l'état naturel; mais dans la seconde période, elle prenait uue teinte rouge assez prononcée et se recouvrait, au centre et à sa base, d'un enduit plus ou moins épais. La bouche était pâteuse et amère, rarement sèche; la soif n'était pas vive, souvent même les boissons répugnaient aux malades. Dans les cas de douleurs à la gorge, l'arrière-bouche ne présentait pas la rougeur inflammatoire ordinaire à l'angine, les amygdales n'étaient pas tuméfiées et la déglutition était facile. Nous concluons de ces signes négatifs, que le siége de ce mal de gorge n'était pas dans le pharynx, mais bien dans le larynx et à la partie supérieure de la trachée-artère.

Nous avons constamment observé une diminution de l'appétit ou même une anorexie complète.

Des nausées et des vomituritions étaient déterminées plutôt mécaniquement et par les secousses de la toux, que par un état d'irritation gastrique. Cependant nous ne nions pas la fréquence de cet état; nous avons même vu, dans un seul cas à la vérité, des vomissements opiniâtres résister à l'emploi des sangsues, des opiacés, de la glace, etc.

On remarquait ordinairement de la constipation; quelquefois

les selles étaient naturelles. Il survenait rarement de la diarrhée; un seul de nos malades a eu trente ou quarante selles claires et semblables à de l'eau de riz. Dans ce cas tout exceptionnel, nous avons vu les symptômes ordinaires de la cholérine.

Le caractère des sécrétions a subi quelques changements. Dans la période nerveuse, elles se sont ralenties pour reparaître au moment de la réaction. Alors les larmes et le mucus nasal coulaient en abondance. Une forte transpiration était favorable à la guérison.

L'apparition des menstrues a quelquefois eu lieu, hors du temps ordinaire, chez des femmes atteintes de la grippe.

Nous avons aussi observé plusieurs cas d'accouchements prématurés. Néanmoins nous ne pourrions citer que deux cas bien constatés d'accouchement avant terme, l'un à huit mois, l'autre à huit mois et demi.

Nous avons déjà fait une observation analogue lors de l'épidémie de choléra-morbus, mais alors l'accouchement était sec, les eaux de l'amnios, comme tous les autres fluides, servaient à alimenter le torrent des évacuations. Nous croyons que ces parturitions anticipées doivent être attribuées aux violentes succussions abdominales, déterminées par les quintes de toux. Cependant il serait possible que cet accident ait été produit par l'ébranlement nerveux qu'occasionait généralement l'invasion de la grippe.

La marche de la grippe fut à peu près la même que celle des affections catarrhales des voies respiratoires, si fréquentes dans notre pays; seulement, chez un grand nombre de sujets, le mucus bronchique offrit dès les premiers jours cette opacité qu'on ne remarque ordinairement qu'à une époque plus avancée dans le catarrhe pulmonaire.

Les périodes de la grippe ont rarement été interverties. La première période durait un ou deux jours, elle était suivie de la période inflammatoire, dont les principaux caractères sont

réellement ceux du coryza et de la bronchite. La seconde période manquait parfois; alors, comme nous l'avons déjà dit, la maladie semblait avorter. Dans la majeure partie des cas, cette période était suivie de la convalescence, pendant laquelle la toux persistait, mais sans fièvre.

La bénignité de la grippe fut telle que souvent elle guérit spontanément. Toutefois le mode de terminaison était subordonné au traitement. S'il avait été incendiaire, il aurait pu développer une gastrite intense, comme nous l'avons vu, par suite de l'administration intempestive du tartre stibié et de purgatifs drastiques. Dans certains cas, lorsque l'indication curative avait été méconnue, ou lorsque le malade s'était obstinément refusé à se laisser saigner, nous avons vu de véritables pneumonies aiguës survenir et parcourir toutes leurs périodes.

La terminaison par la mort ne s'est point présentée à notre observation, quoique nous ayons eu à traiter un assez grand nombre de vieillards; nous doutons même que cette terminaison puisse avoir lieu dans les cas où il n'y a point de complications. On conçoit facilement tout le danger que doivent courir les phthisiques, les asthmatiques, etc., lorsque la grippe vient se joindre à la maladie, déjà très-grave par elle-même, dont ils sont attaqués; chez eux la mort est imminente.

Les maladies qui ont compliqué la grippe ou qui l'ont terminée sont la bronchite chronique, la pleurésie, la péripneumonie et la gastrite. Mais, où finit la grippe ? Où commence la bronchite et la pneumonie ?

Nous n'avons point vu de récidive de grippe. La durée de cette maladie a varié; ses limites extrêmes ont été de trois à dix jours. Lorsque les prodrômes avaient été peu marqués, la période de réaction était courte et la marche de la maladie rapide.

Le peu de gravité des symptômes de la grippe nous a tou-

jours permis de porter un pronostic favorable sur son issue. En effet la perturbation de l'organisme était si légère dans la plupart des cas, que la grippe guérissait par les seules forces de la nature ou par l'emploi des moyens les plus simples. Cependant, avant de porter son pronostic, il ne faudrait pas négliger l'appréciation des circonstances antérieures, l'état normal du sujet, les phénomènes qui ont accompagné le début de la maladie et le traitement qu'on lui oppose. Nous sommes convaincus qu'une médecine éclairée aura toujours une influence marquée sur la terminaison de la grippe, particulièrement chez les vieillards, les très-jeunes enfants et généralement chez tous les individus atteints de lésions organiques des poumons ou qui y sont disposés.

Si tous les symptômes de la grippe se trouvaient constamment réunis, son diagnostic serait facile, mais la maladie peut être incomplète, et alors il est facile de la confondre avec les prodrômes d'autres maladies; ainsi dans la période nerveuse, la concentration des forces vitales était quelquefois si grande, que l'on pouvait craindre une fièvre adynamique; dans la réaction, l'exaspération de la sensibilité gastrique pouvait, dans certains cas, faire croire à une gastro-céphalite. Si l'on fait abstraction de ces cas exceptionnels, on ne verra dans la deuxième période de la grippe qu'un catarrhe épidémique des muqueuses nasale et bronchique. La grippe nous paraît différer du catarrhe sporadique par sa cause, qui agit épidémiquement, et par ses périodes; dans le catarrhe sporadique la période nerveuse est bien moins prononcée; par sa marche, qui est beaucoup plus rapide. Ces différences, nous l'avouons, sont peu tranchées et ne suffisent pas pour établir un diagnostic qui fasse distinguer aisément la grippe du catarrhe sporadique.

Pour la détermination complète et rigoureuse de la nature d'une maladie, la connaissance de la cause directe, immédiate, essentielle de cette maladie, constitue une donnée de la plus

haute importance. L'épidémie de grippe que nous avons observée rentre-t-elle dans la catégorie des maladies dont la cause est parfaitement connue ? Nous avons déjà dit que nous ne savions rien de positif sur cette cause; mais nous savons quelles sont les causes prédisposantes, nous savons aussi les effets qu'elles produisent ordinairement sur les individus isolés, et, par analogie, de même que par l'observation des phénomènes pathologiques de la grippe, nous sommes portés à croire que cette maladie est de nature inflammatoire et que son siége est la muqueuse qui tapisse les voies de la respiration.

Le traitement que nous avons adopté a pour base l'observation des symptômes principaux de la maladie. Nous avons vu deux indications fondamentales à remplir : 1.º dans la première période, provoquer un certain degré de réaction générale; 2.º modérer les efforts de réaction générale des deux appareils primitivement affectés, c'est-à-dire le système nerveux et le système de la circulation.

Ainsi, au début de la grippe, lorsqu'il y avait concentration des forces vitales, nous faisions prendre des infusions chaudes de bourrache, de violettes, de sureau, édulcorées avec le sirop de gomme; quelques pédiluves simples ou sinapisés; parfois des sinapismes mitigés étaient promenés sur les extrémités inférieures.

Au moment où la réaction s'opérait, nous pratiquions une saignée, mesurée aux forces du malade et surtout à la gravité des symptômes. La persistance de la céphalalgie était combattue par l'application de sangsues aux tempes et quelquefois dans les narines; des compresses d'eau vinaigrée étaient placées sur le front.

Nous opposions à la toux les décoctions d'orge miellée, de gruau d'avoine édulcoré avec le sirop de capillaire, de gomme ou de pavot blanc; nous prescrivions en même temps une potion calmante.

Lorsqu'il y avait état saburral de la langue, constipation opiniâtre, nous n'hésitions pas, après la saignée, à donner un minoratif, ou même l'eau de Sedlitz.

Chez les jeunes enfants, il nous a paru urgent de débarrasser les bronches des mucosités qui s'y accumulaient; le sirop d'ipécacuanha remplissait parfaitement cette indication.

Les complications de la grippe ou ses terminaisons par la pleurite, la pneumonie, la gastrite, etc., ont été traitées par les moyens ordinaires.

Nous avons fait un fréquent usage du sirop de pointes d'asperges et nous en avons obtenu de bons effets, lorsque la toux persistait après la disparition de la fièvre et de tous les autres symptômes.

Il résulte des recherches statistiques qui ont été faites par M. le docteur Bailly, sur la mortalité pendant la durée de l'épidémie de grippe à Lille, depuis le 25 janvier jusqu'au 20 février suivant, que 424 décès ont été constatés pendant ces vingt-six jours, et qu'il n'y a eu que 260 décès pendant la période correspondante de 1836. La différence est de 164 décès, parmi lesquels on compte 143 vieillards.

Dans les deux périodes correspondantes de 1836 et de 1837, la mortalité des vieillards a été dans les proportions suivantes:

	1836.		1837.
De 60 à 70 ans	13	—	62
De 70 à 80 ans	16	—	89
De 80 à 90 ans	11	—	29
De 90 à 100 ans	»	—	3
	40		183

Ainsi la mortalité relative des vieillards a été d'environ 15 1/2 pour cent décès en 1836 et de 43 1/6 pour cent décès en 1837.

ADDITION.

CHIMIE.

EXPÉRIENCES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DE L'ALCOOL, DE L'ESPRIT DE BOIS, ET DES ÉTHERS;

Par Fréd. Kuhlmann, membre résidant.

SUITE.

(*Voir*, *page* 12, *la première partie de ce mémoire.*)

QUATRIÈME PARTIE.

ÉTHÉRIFICATION PAR LES ACIDES ANHYDRES.

§ 1. *Acide sulfurique et alcool.*

L'action de l'acide sulfurique anhydre sur l'alcool absolu a été l'objet d'un travail fort remarquable de M. Magnus. Cet habile chimiste a fait connaître que l'alcool saturé d'acide sulfurique anhydre, et soumis ensuite à une température graduée, ne donne pas une trace d'éther; mais qu'il résulte, du contact de ces deux corps, la formation d'un acide déjà entrevu par Sertuerner, l'acide éthionique. Mes expériences concernant l'action des chlorures anhydres sur l'alcool ayant fait ressortir toute l'influence qu'exerce, dans tous les cas d'éthérification, la proportion des corps mis en présence, j'ai voulu m'assurer si dans aucun cas l'acide sulfurique anhydre ne pouvait donner d'éther en présence de l'alcool absolu. Je fus conduit à faire une

série d'expériences en variant les proportions des corps mis en contact comme je l'avais fait pour l'éthérification par les chlorures et les fluorures électro-négatifs.

A

Corps mis en contact :

	atomes.	poids.
$S\ O_3$..........	1	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$......	1	115,85

Action de la chaleur :

A 120° il distille un peu d'alcool sans ébullition.
A 130° id. id.
A 135° l'ébullition commence, alcool et éther.
A 140° éther pur, dont le dégagement a continué jusqu'à 175°.
A 175° il commence à se produire de l'acide sulfureux et une matière visqueuse et incolore donnant de l'huile douce par son contact avec l'eau.

Au commencement de l'opération, jusque vers 140°, il avait distillé 21,23 d'alcool contenant un peu d'éther dont la séparation n'a pu avoir lieu par son mélange avec l'eau. On a pu recueillir ensuite 23 d'éther. Comme dans cette opération il s'est décomposé 94,62 d'alcool, le reste ayant distillé avant l'éthérification, la quantité d'éther obtenu représente 24,30 pour cent en poids de la quantité d'alcool qui est entré dans la réaction (1).

B

Corps mis en contact :

	atomes.	poids.
$S\ O_3$...........	4	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$......	3	86,88

Le mélange se fait avec dégagement de chaleur, le produit consiste

(1) Une seule espèce d'éther étant produite, on a pu, dans ces expériences, déterminer en poids les rapports de la quantité d'éther obtenue à la quantité d'alcool décomposée.

en un liquide visqueux incolore, non cristallisable, même à la température de — 10°.

Action de la chaleur :

A 130° quelques bouillons se manifestent.
A 140° l'ébullition augmente; il se produit de suite de l'éther, cette production continue jusqu'à la température de 175 à 180°.
A 180° l'éther diminue et il se produit un peu d'acide sulfureux.
A 200° gaz oléfiant; il distille un liquide visqueux acide qui paraît consister en une combinaison de carbure d'hydrogène avec l'acide sulfurique, car par le contact de l'eau il s'en sépare de l'huile douce.

La quantité d'éther obtenue, dans cette expérience, fut de 44,25 pour 100 d'alcool décomposé.

C

Corps mis en contact :

	atomes.	poids.
$S\ O_3$..........	1	100
$C_4\ H_{12}\ O_2$......	2	231,70

L'ébullition commença à 120°, et jusqu'à 135° il a distillé 131,85 alcool; à partir de 135°, il a passé de l'éther dont le dégagement a continué jusqu'à 170°, époque à laquelle a commencé à se produire un peu d'acide sulfureux et de gaz oléfiant avec une matière visqueuse donnant de l'huile douce par son contact avec l'eau. La quantité d'alcool qui s'est séparée sans altération peut former un peu plus de la moitié de l'alcool employé; la quantité d'éther produite s'élève à 24 pour cent de la quantité d'alcool décomposé; les résultats ont donc été exactement les mêmes que si l'on n'avait employé que 1 atome d'alcool.

D

Les trois expériences précédentes ayant fait voir que dans la distillation opérée avec 1 atome d'alcool et 1 atome d'acide sulfurique

il se sépare d'abord une certaine quantité d'alcool, et que la quantité de ce corps qui entre dans la réaction reste la même lorsqu'on emploie 2 atomes d'alcool au lieu de 1, mais que la quantité d'éther augmente en augmentant la quantité d'acide; je fus conduit à examiner jusqu'à quel point l'augmentation de la quantité d'acide était favorable à l'éthérification.

On mit en contact :

	atomes.	poids.
SO_3...........	3	100
$C_4 H_{12} O_2$......	2	77,23

Résultats de l'action de la chaleur :

A 140° éther sans distillation préalable d'alcool.
A 150° idem.
A 160° éther, un peu de gaz oléfiant.
A 170° gaz oléfiant et acide sulfureux.
180 à 200° acide sulfureux, distillation d'huile et d'eau.

La quantité d'éther obtenue dans cette expérience fut de 12,79 soit 16,13 pour cent de la quantité d'alcool employée.

E

On augmente la quantité d'acide au point de la porter à 2 atomes pour 1 atome d'alcool.

Corps en présence :

	atomes.	poids.
SO_3...........	2	100
$C_4 H_{12} O_2$......	1	57,92

Action de la chaleur :

A 120° il s'est manifesté une légère ébullition due au dégagement d'un peu d'acide sulfureux.
A 140° l'ébullition a augmenté, et il s'est dégagé beaucoup d'acide sulfureux et très-peu de gaz inflammable.

A 150° il s'est condensé un liquide visqueux très-acide donnant de l'huile par son mélange avec l'eau.
A 160° gaz oléfiant et acide sulfureux.
A 170° idem. idem.
A 180° la matière visqueuse distille en grande quantité; par l'eau il s'en sépare une huile parfaitement incolore.
A 200° La matière renfermée dans la cornue se boursouffle.

A aucune époque de l'opération il ne s'est formé d'éther.

F

Des résultats analogues sont obtenus en augmentant davantage encore la quantité d'acide sulfurique. Ainsi un mélange formé dans les proportions indiquées par 4 atomes d'acide pour 1 atome d'alcool, consistait en un liquide légèrement fumant, dans lequel il se formait des cristaux d'acide sulfurique anhydre par le refroidissement à 0°.

Ce liquide commença à bouillir à 130°, il s'en est séparé de l'acide sulfureux, du carbure d'hydrogène gazeux sans trace d'éther. A 180°, la masse renfermée dans la cornue s'est boursoufflée. Vers la fin de la réaction, il a distillé également une matière butyreuse ou visqueuse qui contenait du carbure huileux, séparable au moyen de l'eau. Au moment de l'addition d'eau, il se dégage beaucoup d'acide sulfureux.

Lorsqu'on élève encore la quantité d'acide sulfurique anhydre, une portion de ce dernier distille avant la décomposition de l'alcool en gaz oléfiant.

Les différents résultats obtenus par l'action de l'acide sulfurique anhydre sur l'alcool absolu sont consignés sur le tableau suivant :

***TABLEAU** synoptique des résultats de l'action de la chaleur sur l'alcool absolu en présence de l'acide sulfurique anhydre.*

	Poids de l'acide sulfurique.	Poids de l'alcool.	Rapports atomiques des corps mis en présence. $SO_3 + C_4H_{12}O_2$.	Poids de l'alcool décomposé.	Poids de l'éther pour 100 d'alcool décomposé.	OBSERVATIONS.
Expérience A	100	115,85	1 + 1	94,62	24,30	L'excès d'alcool a distillé d'abord.
» B	100	86,88	4 + 3	86,88	44,25	
» C	100	231,70	2 + 1	99,75	24	L'excès d'alcool a distillé d'abord.
» D	100	77,23	3 + 2	77,23	16,13	
» E	100	57,92	2 + 1	57,92	—	
» F	100	28,96	4 + 1	28,96	—	

Il est bien démontré, par les résultats consignés sur ce tableau, que l'action de la chaleur sur un mélange d'acide sulfurique anhydre et d'alcool constitué, dans le rapport de 1 atome à 1 atome, donne naissance à de l'éther; que la quantité d'éther augmente en employant l'acide dans une plus forte proportion, en s'arrêtant toutefois à la limite de 4 atomes d'acide pour 3 atomes d'alcool. Une plus grande quantité d'acide fait diminuer progressivement la quantité d'éther et lorsque la quantité d'acide est représentée par 2 atomes pour 1 atome d'alcool, il ne se produit plus une trace d'éther.

En présence de ces résultats, il est nécessaire d'admettre que la présence de l'eau dans la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool exerce une puissante influence et fait modifier les proportions des corps qu'il faut mettre en présence pour obtenir l'éther; sans quoi l'on s'expliquerait difficilement comment on a été conduit à considérer l'éther comme le produit de la décomposition d'un bisulfate (acide sulfovinique). Si la présence de l'eau n'exerçait aucune influence, on ne devrait pas obtenir d'éther en chauffant, comme

l'indique M. Liebig (1), un mélange de cinq parties d'alcool à 90° c. avec neuf parties d'acide sulfurique hydraté, ce qui représente deux parties d'acide sulfurique hydraté pour une partie d'alcool anhydre.

L'expérience suivante vient démontrer l'influence de l'eau dans la réaction.

On a mêlé

	atomes.	poids.
$S\,O_3\,H_2\,O$......	2	100
$C_4\,H_{12}\,O_2$......	1	47,31

Action de la chaleur :

L'ébullition commença à 140°, et donna de suite de la vapeur d'éther; ce dégagement d'éther s'est maintenu jusqu'à 165° ; à partir de cette époque, il s'est dégagé beaucoup d'acide sulfureux, de l'huile, du gaz oléfiant et de l'eau.

A 180° la matière contenue dans la cornue s'est boursoufflée.

La quantité d'éther recueillie s'est élevée à 22 pour 100 d'alcool décomposé.

Ce résultat me paraît prouver jusqu'à l'évidence que, dans l'acide sulfurique hydraté, les propriétés de l'acide sont en partie neutralisées par l'eau, et que, par conséquent, son énergie d'action sur l'alcool est moins considérable. Dans cette circonstance, le rôle de l'eau comme élément électro-positif ne me paraît pas sujet à contestation.

§ 2. *Acide phosphorique anhydre et alcool.*

L'alcool absolu forme avec l'acide phosphorique anhydre, préparé par la combustion du phosphore dans l'oxigène sec, un liquide sirupeux; la dissolution s'effectue avec un grand dégagement de chaleur. Par la distillation de ce liquide, lorsqu'il est préparé avec un excès d'acide, on n'obtient ni alcool ni éther, mais du gaz oléfiant.

On fit dissoudre dans de l'alcool absolu de l'acide phosphorique anhydre en maintenant un excès d'alcool; voici

(1) Préparation de l'éther; *Handbuch der Pharmacie von Geiger.* I, 696.

les résultats de l'action de la chaleur sur cette dissolution :

A 80° ébullition ; il se dégage de l'alcool et ce dégagement continue jusqu'à 140° ; à cette époque de l'opération l'ébullition s'est arrêtée jusque vers 175° ; température à laquelle il s'est formé une très-petite quantité d'éther.

De 175 à 200° gaz oléfiant ; il distille aussi un peu d'un produit visqueux très-acide, ne précipitant pas par l'eau de baryte.

La production de l'éther par l'acide phosphorique anhydre ne paraît s'effectuer que très-difficilement ; dans tout le cours de l'opération, le liquide renfermé dans la cornue reste incolore.

§ 3. *Acide sulfurique anhydre et esprit de bois.*

L'acide sulfurique anhydre se dissout dans l'esprit de bois absolu avec un grand dégagement de chaleur ; le liquide se colore en rouge brun. La distillation du composé, préparé avec un excès d'esprit de bois, donne des résultats analogues à ceux que donne l'acide sulfurique anhydre avec l'alcool.

L'ébullition commence à 70° ; il distille de l'esprit de bois jusqu'à la température de 135°, époque à laquelle de l'éther méthylique se produit en très-grande quantité ; cet éther est difficilement condensé, même à une très-basse température. A 160° il passe à la distillation un peu d'huile ; à 185° acide sulfureux et carbure hydrique ; la matière dans la cornue se boursoufle.

CINQUIÈME PARTIE.

INFLUENCE DE LA PRESSION DE L'AIR DANS L'ÉTHÉRIFICATION, FORMATION D'HUILE DE VIN A BASSE TEMPÉRATURE.

On a pu remarquer que dans toutes les expériences où l'éthérification de l'alcool a eu lieu, le dégagement d'éther ou des combinaisons éthérées a commencé de 130 à 140°. Curieux de m'assurer si cette singulière coïncidence était un résultat for-

tuit ou si l'éther ne pouvait se constituer lors de la décomposition des sels alcooliques que lorsque cette décomposition a lieu aux températures indiquées, je fis une série d'expériences où j'ai cherché à modifier l'époque de décomposition des composés alcooliques, en opérant les distillations dans le vide ou sous des pressions moins considérables que celle de l'atmosphère.

L'appareil dont je fis usage consistait en une cornue à laquelle était adapté un récipient entouré d'un mélange de glace et de sel marin, et mis en communication avec le récipient d'une machine pneumatique. La cornue contenant le mélange destiné à l'essai était placée dans un bain d'huile, de manière à pouvoir bien graduer l'élévation de température.

Dans les essais précédents, nous avons vu qu'un mélange de 2 atomes d'acide sulfurique hydraté et 1 atome d'alcool anhydre donnait lieu, par une élévation de température à 140°, à de l'éther, sans aucun dégagement préalable d'alcool; la quantité d'éther obtenu fut de 1/4 environ de la quantité d'alcool employée. Un mélange, composé de même, et dont une portion essayée dans les conditions ordinaires laissait dégager beaucoup d'éther lorsqu'elle était portée à la température de 140°, fut introduit dans la cornue, et le vide fut fait et maintenu à 4 centimètres de mercure.

On chauffa graduellement : à 86° le mélange entra en ébullition et il distilla de l'alcool absolu; cette distillation d'alcool continua jusqu'à 104°; la quantité de ce corps s'éleva successivement jusqu'à 1/4 environ de celle employée, sans qu'il ait été possible de constater la formation de l'éther. A 104° il commença à se produire des vapeurs blanches qui se condensèrent dans le récipient sous forme d'une huile parfaitement incolore, d'une saveur acre et d'une odeur aromatique. Cette production d'huile eut lieu avant la production de l'acide sul-

fureux, mais distilla en même temps de l'eau en grande quantité.

La chaleur fut successivement élevée jusqu'à 145°, toujours en maintenant la pression à 4 centimètres de mercure, et toujours on obtint de l'eau, de l'huile, et vers la fin un peu d'acide sulfureux. On a arrêté à 145°, et rétabli la pression de l'air. L'action de la chaleur sur le mélange n'a pas donné une trace d'éther, mais les produits ordinaires de la décomposition de l'alcool en présence d'un grand excès d'acide. Cette expérience fut répétée deux fois, et dans aucun de ces essais il ne fut possible de condenser la moindre trace d'éther; seulement les dernières portions d'alcool passées avaient une odeur aromatique assez analogue à celle de l'éther, mais elles tenaient en dissolution de l'huile qui pouvait modifier l'odeur de l'alcool.

Je considère comme très-digne de remarque ce mode de décomposition de l'alcool; sous la seule influence du vide nous voyons se détruire à une température de 86° le composé alcoolique, malgré l'affinité de l'acide pour les éléments basiques de l'alcool; nous voyons que, dans cette décomposition, l'éther ne peut pas se former, et qu'il se dégage de l'alcool alors que dans les conditions ordinaires de la distillation il ne s'en dégage pas une trace.

Enfin l'huile de vin, qui, produite à la température de 160 à 180°, pourrait être considérée comme un produit pyrogéné, indépendant de l'éthérification, a été obtenue à 104°, température certainement insuffisante pour décomposer l'alcool par la chaleur seule; c'est même à la production de ce carbure huileux que se borne en quelque sorte l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool lorsqu'on opère dans le vide; cette production d'huile est considérable, et le dégagement simultané d'eau et d'huile présente une analogie frappante avec l'éthérification, où l'on voit apparaître, mais à d'autres températures et dans d'autres conditions, de l'eau et de l'éther.

Je voulus m'assurer si la formation d'éther hydrochlorique exigeait des conditions analogues; cela me conduisit à répéter l'expérience que je viens de décrire, en employant un mélange d'alcool et de perchlorure d'étain. Ce mélange ayant été constitué à volumes égaux des deux liquides, on fit le vide à 4 centimètres de mercure. La température élevée à 30°, il se sublima un peu de combinaison alcoolique qui forma des étoiles brillantes à la naissance du col de la cornue. Vers 60° les cristaux furent remplacés par des gouttelettes de liquide. A 75° la masse fondit, et aussitôt il se dégagea en grande abondance du perchlorure d'étain dont la vapeur se condensa dans le récipient; il se forma encore quelques cristaux, mais ils furent bientôt entraînés par le chlorure; il se dégagea également un peu d'acide hydrochlorique. On chauffa ainsi jusqu'à 100°; à cette époque on rendit l'air.

Le liquide recueilli était fumant et coloré en rose comme une dissolution de cobalt; c'était du perchlorure d'étain contenant une très-petite quantité d'alcool.

Comme le résidu dans la cornue répandait à l'air d'abondantes fumées de perchlorure d'étain, j'y ajoutai la moitié de la quantité d'alcool qui avait été employée précédemment. On chauffa de nouveau sous une pression de 4 centimètres de mercure: l'ébullition se manifesta à 85°; il distilla de l'alcool pur en presque aussi grande quantité qu'il en avait été ajouté; il distilla aussi à 95° un peu de combinaison alcoolique, qui, vers 125°, fut entraînée par la distillation d'un composé d'acide hydrochlorique et de perchlorure d'étain, accompagné d'un grand dégagement d'acide hydrochlorique. Des traces à peine sensibles d'éther hydrochlorique parurent, à en juger par la coloration de la flamme de l'alcool distillé vers 95°; aucune partie d'huile ne fut séparée des liquides condensés.

On arrêta à 160°. La matière dans la cornue était blanche, légère; chauffée avec de l'eau, elle donnait des vapeurs d'alcool;

par l'action de la chaleur elle se boursouffla, se charbonna, et laissa distiller beaucoup d'huile.

Avec le perchlorure de fer des résultats analogues ont été obtenus : une grande partie de l'alcool s'est dégagée d'abord, on obtint ensuite de l'acide hydrochlorique et de l'eau, mais la production de l'éther hydrochlorique ne put être bien constatée, aucune trace de cet éther ne s'étant condensée, quoique le récipient eût été maintenu à 10° — 0. Toutefois il ne faut pas perdre de vue que dans le vide les éthers, et surtout l'éther hydrochlorique, sont difficiles à condenser; aussi je ne saurais affirmer que dans ces différentes expériences il ne s'est pas produit des traces d'éther qui ont échappé à l'observation. Ce qui est constant c'est que dans ces réactions la plus grande partie de l'alcool, qui dans les circonstances ordinaires passe à l'état d'éther, distille sans décomposition. Les résultats de mes expériences sont d'accord avec un fait observé par M. Liebig, c'est que, lorsqu'on fait traverser par un courant d'air sec un mélange d'acide sulfurique et d'alcool chauffé à 140° et donnant de l'éther, la formation de ce corps cesse aussitôt à cause de l'abaissement de la température et l'air entraîne de la vapeur d'alcool qui peut être condensée (1).

La décomposition de l'alcool par les chlorures éthérifiants, sous l'influence d'une faible pression, vient confirmer les résultats des expériences précédentes, en ce qui concerne la difficulté de produire dans ces circonstances de l'éther sulfurique ; elle démontre en outre que la formation de l'éther hydrochlorique est également subordonnée à des conditions de température et de pression. Il existe toutefois entre les résultats indiqués en dernier lieu et ceux que donne l'acide sulfurique hydraté, une notable différence, en ce qu'avec

(1) *Handbuch der Pharmacie von Geiger*, I, 712.

l'acide sulfurique un carbure huileux distille dès 104°, tandis qu'avec le perchlorure d'étain et le perchlorure de fer ce carbure est retenu dans un état de combinaison assez stable pour résister à une température de 160°, sous une pression de 4 centimètres de mercure. Il est probable que la distillation simultanée d'eau facilite la vaporation de l'huile en opérant avec l'acide sulfurique hydraté, mais il devrait en être de même lorsque cette distillation d'huile se trouve sollicitée par la distillation de perchlorure d'étain ou d'acide hydrochlorique.

Le brusque passage de l'état d'alcool à l'état d'huile de vin, à des températures peu élevées, sans formation d'éther, dénote, dans les corps éthérifiants, une tendance puissante à provoquer la formation de cette huile à toutes les températures, sans que la formation de l'éther comme produit intermédiaire soit nécessaire. Une preuve évidente de cette disposition se trouve dans les résultats de l'expérience suivante.

De l'alcool absolu a été saturé de gaz fluoborique. Le liquide était légèrement coloré en jaune, et répandait à l'air d'abondantes fumées blanches. Une portion de ce liquide, par son contact avec l'eau, donnait de l'alcool sans altération. On conserva la partie non employée de ce liquide dans un flacon fermé, à une température de 12 à 15°, pendant quinze jours; au bout de ce temps elle n'avait pas changé d'aspect; mais par son mélange avec l'eau, il s'en séparait un peu d'une huile jaune, et elle prenait une odeur d'ail très-désagréable. Le mélange aqueux fut soumis à l'ébullition dans un appareil distillatoire, et l'on obtint par condensation beaucoup d'alcool infect, entraînant avec lui une matière huileuse, jaune, qui s'en sépara en partie à froid. L'odeur infecte de l'alcool paraît tenir à la production de cette matière. Par la chaleur, le liquide de la cornue prend une couleur d'un rouge brun, et des gouttelettes d'huile viennent se former à sa surface. Par le refroidissement de ce liquide, il s'en sépare des cristaux d'acide borique retenant une partie du carbure hydrique

formé : ces cristaux sont mamelonnés et d'un rose lilas très-beau ; par la chaleur ils noircissent, laissent distiller de l'huile, et se fondent ensuite. Cette combinaison acide est peu soluble dans l'eau froide ; elle est décomposée par la potasse et présente en général peu de stabilité. Ainsi un carbure huileux a été formé à froid par un corps éthérifiant, et dans cette circonstance encore, il n'y a pas eu de production d'éther avant celle de l'huile. Le fluorure de bore est cependant le corps éthérifiant dont les propriétés sont peut-être le plus nettement marquées par mes essais ; ce corps ne donne pas naissance à une réaction aussi compliquée que l'acide sulfurique ou les chlorures, lesquels donnent, à de certaines époques des distillations, de l'acide sulfureux ou de l'acide hydrochlorique, et pour le dernier cas, souvent deux éthers différents. On sait que de 140 à 160° la combinaison d'alcool avec le fluorure de bore passe à l'état d'une combinaison éthérée.

J'ai essayé de produire ces transformations en vases clos, et j'ai opéré à la fois sur les composés alcooliques de fluorure de bore et de chlorure d'étain, mais les tubes de verre dont je me suis servi ont toujours éclaté vers la température de 140°, ce sont des essais dangereux à cause de la haute pression qui se produit, mais qu'il peut cependant être utile de tenter de nouveau, dans le but de jeter quelque nouvelle lumière sur la formation des composés éthérés.

RÉSUMÉ.

Ainsi que je l'ai dit en commençant la rédaction de ce mémoire, mon but n'a pas été de m'occuper de spéculations relatives à la constitution chimique des éthers, mais d'étendre le cadre des faits qui seuls me paraissent devoir nous conduire à asseoir enfin sur des bases inébranlables cette partie si importante de nos théories.

J'ai donc fait toutes mes expériences sans leur donner une direction spéciale vers un système arrêté, et dans mes équations j'ai employé toujours les formules brutes de $C_4\ H_{12}\ O_2$ et de $C_2\ H_8\ O_2$ pour désigner l'alcool et l'esprit de bois.

1. J'ai divisé mon travail en cinq parties : Dans la première, je jette un coup d'œil général sur les combinaisons que l'alcool et l'éther peuvent former avec les corps avides d'eau ; après avoir indiqué les circonstances où l'alcool et l'éther jouent le rôle de l'eau de cristallisation, je suis conduit à attribuer à ces corps le rôle d'acides ou de bases lorsqu'ils entrent dans des combinaisons qui présentent tous les caractères d'une matière saline. Ce n'est pas sans une certaine hésitation que j'ai admis l'existence de composés alcooliques dans lesquels l'alcool joue le rôle de base. En présence de nos idées sur la constitution de l'alcool, idées qui tendent à envisager ce corps comme un hydrate d'éther, je devais être conduit à regarder les combinaisons d'alcool comme des combinaisons d'éther et d'eau. Rien n'empêche sans doute de les envisager ainsi, mais rien ne conduit forcément à le faire ; et certes, en examinant la question sans préoccupation de nos théories sur la constitution des alcools et des éthers, on admettra sans difficulté l'existence de composés alcooliques, quelque peu de stabilité que ces composés puissent présenter dans quelques circonstances. Ce sont, du reste, des questions que j'abandonne à la sagacité des auteurs des diverses théories sur l'éthérification.

J'ai cru nécessaire d'admettre l'existence des composés alcooliques, parce que j'avais à distinguer ces corps d'une autre série également nombreuse de composés que j'ai obtenus directement par la combinaison de l'éther avec les corps avides d'eau, et dont les propriétés diffèrent essentiellement de celles des composés alcooliques. Ainsi, tandis que par l'action de l'eau mes composés alcooliques donnent toujours de l'alcool, mes composés éthérés donnent

toujours de l'éther : tandis que tels composés alcooliques s'altèrent par la chaleur en donnant de l'éther, de l'huile, etc., les composés éthérés correspondants se volatilisent sans altération; de ce nombre sont les composés que forme le perchlorure d'étain. D'autres composés alcooliques sont vaporisables sans altération et ne se transforment en composés éthérés que sous l'influence d'une température de 140° environ; telle est la combinaison de l'alcool avec le fluorure de bore.

Ce que je dis ici de l'alcool quant aux combinaisons dans lesquelles il entre est également applicable à l'esprit de bois.

J'ai fait voir que le rôle basique appartient non seulement à l'alcool, à l'esprit de bois et à l'éther sulfurique, mais que les éthers des hydracides se trouvent dans le même cas; j'ai fait connaître le résultat de quelques essais sur cette sorte de composés.

2. Dans la deuxième partie de mon travail, je m'occupe de l'action de la chaleur sur les combinaisons alcooliques et méthyliques; celles d'abord où l'alcool et l'esprit de bois jouent le rôle d'acides; celles ensuite où ces corps forment l'élément électropositif des composés.

Les combinaisons des bases puissantes avec l'alcool ou l'esprit de bois ne donnent jamais d'éther par l'action de la chaleur; leur décomposition n'a lieu généralement qu'à une température peu élevée, et les parties d'alcool ou d'esprit de bois qui sont retenues ne se décomposent que vers la température de 250°, et donnent lieu dès-lors à des carbures hydriques à l'état de gaz et dans quelques circonstances à une huile empyreumatique.

Les combinaisons d'alcool et de certains chlorures métalliques donnent toujours de l'éther vers la température de 140°, lorsque la combinaison est soumise à l'action de la chaleur en présence d'un excès d'alcool; l'éther qui se dégage est alors de l'éther sulfurique en partie. Lorsque l'on opère avec un excès de chlorure éthérifiant, il ne se produit que de l'éther hydrochlorique

qui, dans ce dernier cas, peut être obtenu à la température de 85° à 90°. L'éther ne se dégage pas toujours à l'état de liberté; en opérant avec des chlorures volatils, l'éther s'obtient souvent et surtout vers la fin des distillations à l'état de combinaison avec ces chlorures.

En opérant la distillation d'un mélange de 100 parties de perchlorure d'étain avec 53,79 parties d'alcool absolu ou 2 atomes perchlorure pour 3 atomes d'alcool, on obtient la plus forte proportion d'éther. Pour le perchlorure de fer la proportion la plus convenable est celle de 100 perchlorure et de 57,82 alcool absolu, c'est-à-dire 2 atomes alcool pour 1 atome perchlorure. Lorsqu'on emploie des proportions d'alcool plus considérables que celles indiquées, l'excès distille sans décomposition avant l'éthérification.

La présence d'un peu d'eau peut nécessiter des modifications dans les proportions indiquées, mais n'empêche pas l'éthérification d'avoir lieu.

Les mélanges d'alcool absolu et de perchlorure d'étain ou de perchlorure de fer anhydre, faits dans les proportions convenables pour être représentés par les formules : $2\ Sn\ Cl_4$, $3\ C_4\ H_{12}\ O_2$ et $Fe_2\ Cl_6$, $2\ C_4\ H_{12}\ O_2$, peuvent être conservés pendant quinze jours dans le vide, sans perdre aucune partie des corps mis en présence et sans subir aucune altération.

La constitution des composés éthérés a lieu également dans des rapports simples et qui paraissent correspondre à ceux qui président à la formation des composés alcooliques. En faisant un mélange de 100 parties de perchlorure d'étain et 57,88 d'éther absolu, ce qui représente 2 atomes d'éther pour 1 atome de perchlorure, et en plaçant ce mélange dans le vide à la température ordinaire, un excès d'éther libre se volatilise et cet excès représente 1/4 de la quantité employée, de sorte que le composé qui reste doit être formulé par $2\ Sn\ Cl_4$, $3\ C_4\ H_{10}\ O$. En chauffant ce produit dans le vide jusqu'à 40 ou 50°, il distille

et se condense dans le col de la cornue à l'état de beaux cristaux brillants, présentant la forme de tables rhomboïdales.

L'éthérification a été produite par l'action de la chaleur sur les composés alcooliques de perchlorure d'antimoine, de chlorure de zinc et de chlorure d'aluminium. Ce dernier ne donne que de l'éther hydrochlorique. Le chlorure d'arsénic ne m'a pas donné d'éther. L'action de la chaleur sur les composés d'alcool et de fluorure de bore donne à 140° une combinaison éthérée qui distille : avant 140°, une partie du composé alcoolique se vaporise sans altération. Le produit dans la cornue se transforme successivement en un composé éthéré donnant de l'éther par son mélange avec l'eau. En opérant avec le perchlorure d'étain, le résidu dans la cornue, après dégagement d'une partie d'éther, donne, par le contact de l'eau, constamment de l'alcool. Cette différence peut être attribuée à la grande volatilité du composé éthéré de perchlorure d'étain qui fait que ce composé s'échappe en vapeur dès qu'il est produit, ce qui n'a pas lieu pour le composé d'éther et de fluorure de bore qui ne se vaporise que vers 140°. Le fluorure de silicium ne donne pas lieu à l'éthérification de l'alcool.

3. Après l'éthérification de l'alcool par les chlorures et les fluorures métalliques, je me suis occupé d'examiner l'action de ces agents sur l'esprit de bois à une température élevée. Nous avons dit que l'esprit de bois formait des combinaisons correspondantes aux combinaisons alcooliques. L'action de la chaleur sur ces composés, où l'esprit de bois joue le rôle électro-positif, présente une grande analogie avec celle qu'elle exerce sur les composés alcooliques. Lorsque dans le mélange d'esprit de bois et de chlorure éthérifiant l'esprit de bois domine, il se forme, ainsi que cela a lieu pour l'alcool, deux espèces d'éther : un éther méthylique particulier qui vient se condenser à la température 0 et se maintient liquide à la température ordinaire, et de l'éther méthylhydrochlorique qui ne se condense qu'à

des températures très-basses. Lorsque les chlorures sont en grand excès, ce n'est que ce dernier éther qui se produit. Les températures auxquelles l'éthérification de l'esprit de bois a lieu sont généralement moins élevées que celles qui conviennent à l'éthérification de l'alcool. Ces températures sont celles de 125 à 130°. La proportion la plus favorable pour produire l'éthérification par le perchlorure d'étain paraît celle de deux atomes esprit de bois et un atome perchlorure. La réaction des chlorures éthérifiants sur l'esprit de bois présente cette différence remarquable avec celle produite sur l'alcool, qu'avec l'esprit de bois le mélange se colore toujours en rouge brun, et que par l'addition de l'eau sur ce mélange il se précipite une matière d'apparence résineuse, ce qui n'a pas lieu avec l'alcool; enfin les résidus de la distillation contiennent toujours une matière résineuse ou du charbon et les chlorures s'y trouvent ramenés à l'état de protochlorures.

Le fluorure de bore transforme l'esprit de bois en éther méthylique ordinaire très-difficilement condensable; cet éther ne se dégage jamais isolé, mais toujours combiné avec du fluorure de bore, dont il se sépare par le contact de l'eau.

Le fluorure de silicium ne donne pas plus d'éther avec l'esprit de bois qu'avec l'alcool.

4. La quatrième partie de mon travail a rapport à l'action de l'acide sulfurique anhydre sur l'alcool absolu. J'ai constaté que, contrairement à l'opinion généralement admise, l'acide sulfurique sec pouvait aussi transformer l'alcool absolu en éther, et j'ai fait connaître la condition à laquelle cette transformation a lieu.

J'ai fait voir qu'un mélange de deux atomes acide sulfurique anhydre et d'un atome alcool absolu ne donnait jamais d'éther, mais qu'en employant un mélange constitué dans la proportion d'un atome acide pour un atome alcool, l'éthérification avait lieu aux températures ordinaires, c'est-à-dire de 140 à 160°. Lors-

qu'on emploie une plus grande quantité d'alcool, l'excès d'alcool distille avant l'éthérification; mais lorsqu'on augmente un peu la quantité d'acide, on obtient une plus grande quantité d'éther. Les proportions qui m'ont donné le plus d'éther sont celles de quatre atomes acide pour trois atomes alcool absolu.

L'éthérification par l'acide phosphorique anhydre n'a lieu que très-incomplètement et seulement en opérant avec un excès d'alcool.

L'esprit de bois anhydre donne avec l'acide sulfurique anhydre de l'éther méthylique, lorsque dans le mélange l'esprit de bois domine.

La manière la plus simple de se rendre compte de l'éthérification, tant en ce qui concerne les chlorures que les acides anhydres, consiste à assimiler la décomposition des composés alcooliques neutres ou même basiques en ce qui concerne les chlorures, à la décomposition de beaucoup de sels ammoniacaux qui, de neutres, passent par l'action de la chaleur à l'état de sels acides, en perdant de l'ammoniaque, avec cette différence toutefois que lorsque l'alcool est déplacé à la température de 140 à 150° il se convertit en éther et en eau. L'eau est retenue en partie par les acides et peut même être entièrement décomposée par les chlorures éthérifiants en donnant naissance à de l'acide hydrochlorique et à de l'oxide. Cette manière d'envisager le phénomène de l'éthérification explique facilement comment l'acide sulfurique peut servir à transformer successivement en éther et en eau une quantité presque illimitée d'alcool de densité convenable, ajoutée peu à peu au mélange éthérifiant; elle ne nécessite pas de faire intervenir une force occulte ainsi que l'ont proposé MM. Mitscherlich et Berzélius.

En considérant l'éthérification par l'acide hydraté comme le résultat de la décomposition d'un bisulfate d'alcool ou d'éther et d'eau (acide sulfovinique), on se rend compte encore de la réaction

en attribuant à l'eau les propriétés basiques. L'eau joue en effet un rôle dans ces réactions, car j'ai fait voir que bien que deux atomes d'acide anhydre ne donnent pas d'éther avec un atome d'alcool absolu, à cause de l'excès d'acide, on obtient une grande quantité d'éther en employant deux atomes d'acide hydraté.

Dans tous les cas d'éthérification, il faut que la décomposition des composés alcooliques ait lieu à la température de 130 à 140° pour donner de l'éther. J'ai démontré l'évidence de ce fait dans la dernière partie de mon travail.

5. J'ai fait voir que lorsqu'on opère dans le vide la distillation d'un mélange de deux atomes d'acide sulfurique hydraté et d'un atome d'alcool absolu, mélange qui, dans les circonstances ordinaires, donne de l'éther, l'ébullition commence à 50°, il distille de l'alcool jusqu'à 104°, époque à laquelle il passe de l'huile de vin et de l'eau saus éther.

Avec les chlorures éthérifiants des résultats analogues ont lieu; il ne se forme pas une quantité bien sensible d'éther hydrochlorique; mais avec ces corps éthérifiants il ne distille pas d'huile, même à la température de 160°.

Dans la réaction par l'acide sulfurique, la formation d'huile de vin sans éther à la température de 104°, après un dégagement d'alcool, est digne de remarque; elle montre que pour l'éthérification en général la température de 140° environ est d'absolue nécessité.

Quant aux carbures huileux, ils peuvent être obtenus même à froid : c'est ce qui se trouve démontré par l'action lente du fluorure de bore sur l'alcool absolu.

Dans le grand nombre d'expériences consignées dans ce travail, il en est beaucoup sans doute qui méritent un examen plus étendu. Telles sont les réactions des acides et des chlorures anhydres sur les éthers des hydracides et par suite sur les éthers organiques; l'action lente des chlorures et fluorures éthé-

rifiants sur l'alcool : des recherches analytiques sont aussi nécessaires pour fixer les idées sur différents points, notamment sur la nature de l'éther méthylique liquide produit par les chlorures ; sur le composé cristallin rose obtenu par l'action de l'eau sur le résultat de la décomposition lente du fluorure de bore par l'alcool ; il s'agit enfin de faire ressortir l'analogie qui existe entre les composés que j'ai fait connaître et les produits désignés sous le nom de sels éthérés de Zeize. Il m'eût été agréable de compléter mieux le cadre de mes recherches ; mais empêché par mes occupations industrielles de poursuivre en ce moment ce travail, j'ai cru, dans l'intérêt des questions théoriques qui s'y rattachent, devoir le livrer, quelque incomplet qu'il soit, à la connaissance des chimistes en appelant leur attention sur les différents points qu'il laisse indécis.

TABLE DES MÉMOIRES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

GÉOLOGIE.

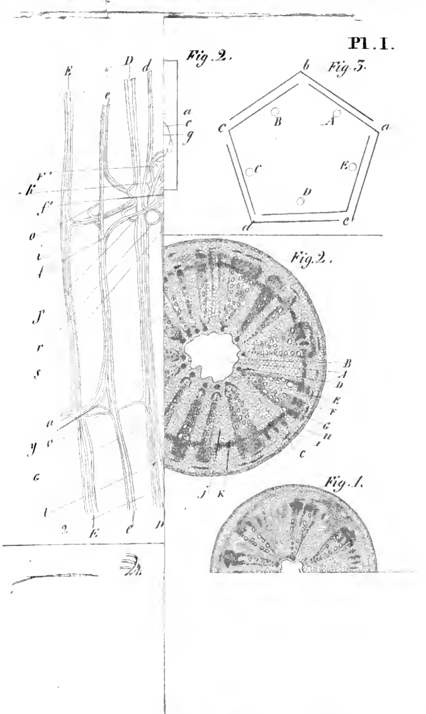
HISTOIRE NATURELLE.

(1) R signifie membre résidant ; C, membre correspondant.

MÉDECINE.

Lille. — Imp. de L. Danel.

Pl. I.



Pl. II.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig.

N

M

L

K

J

I

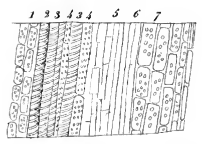
B

A



Pl. III.

Vinca major.



Ligusticum Levisticum.



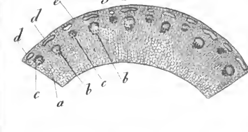
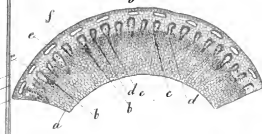


Fig. 1.



J'
K'
L
J
K
j
u

Th. Lestiboudois, delt.

Pl. XII.

Pl. V.

Fig. Fig. 19. Fig. 20.

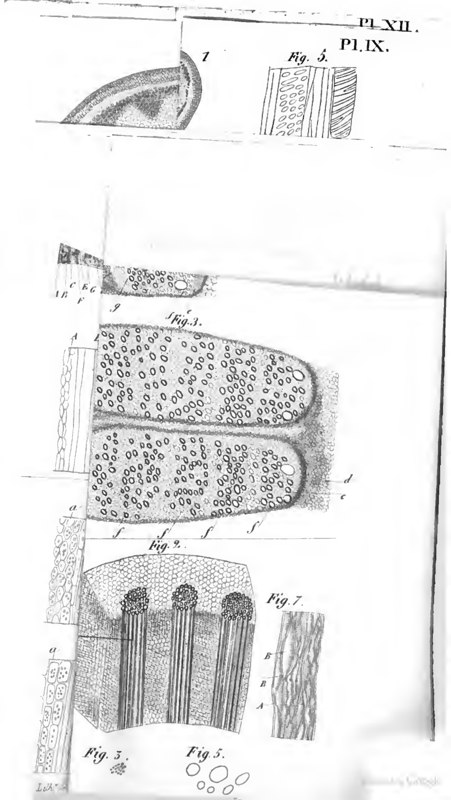
Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Fig. 9. bis.

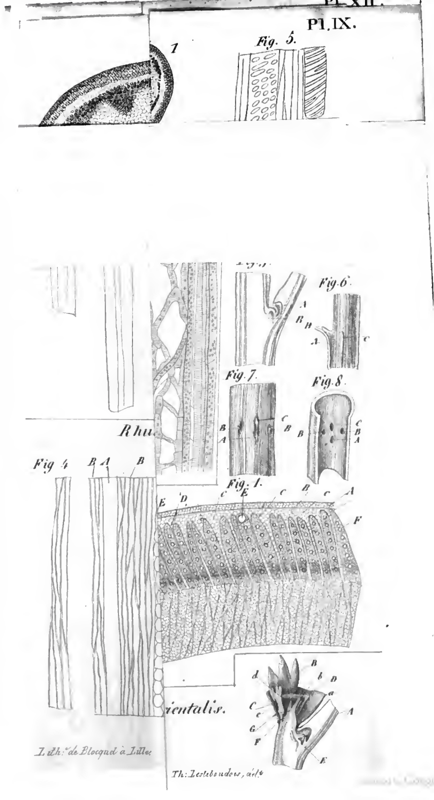
Fig. 11. Fig. 10.

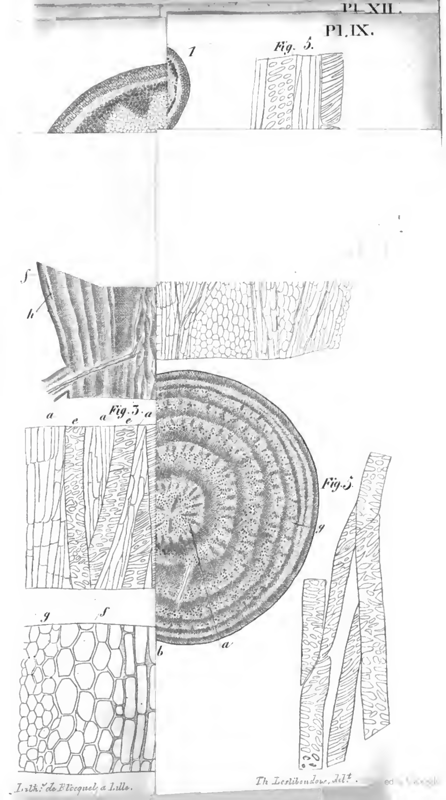
Th. Lestiboudois, delt.

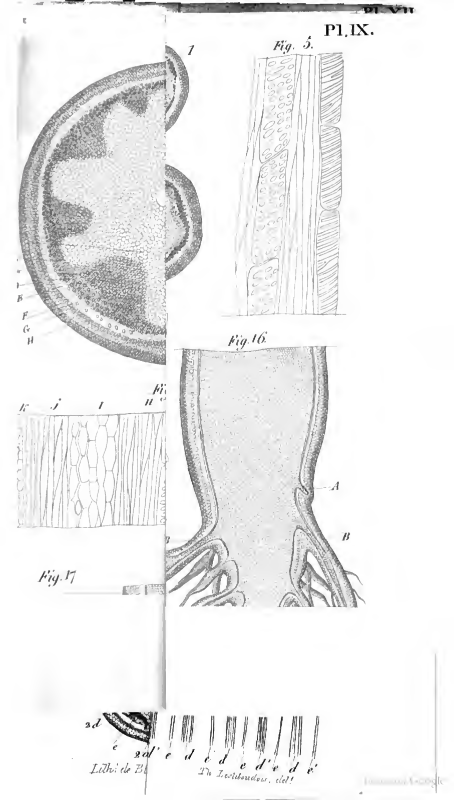
Fig.
a
a
Fig. 19.
3
5
10
7
2
4
Fig. 20.
5
2
7
8
3
10
11
13
12
9
4
6
1
Bocconia cordata.
Fig. 2.
A
a
B
C
D
E
F
G
H
A
A
G
E
F
E
F B C
B
C
a
b
c
d


Pl. XII.
Pl. IX.
1
Fig. 5.
A B C E G
F
g
Fig. 3.
A
d
c
f
f
f
f
a
Fig. 2.
Fig. 7.
B
B
A
a
Fig. 3.
Fig. 5.




Pl. XII.
Pl. IX.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 4
Fig. 1.
Rhu
ientalis.
Lith: de Blocquel à Lille.
Th: Lestiboudois, del.


Pl. XII.
Pl. IX.
1
Fig. 5.
f
h
Fig. 3.
a
e
a
e
a
g
a
b
Fig. 5.
g
f
Lith. de Blocquel, à Lille.
Th. Leslibeudow, del.


Pl. VII
Pl. IX.
Fig. 5.
Fig. 16.
A
B
B
Fig. 17
E
F
G
H
K
J
I
H
2d
e
2d'
e
d
e
d
e
d'
e
d
e'
Lith. de B
Th. Lestiboudois, del.

Pl. XII.

Pl. X.

Fig. 4.

a b c d h i g f e a a d a

Fig. 4.

f f f d c b a

b d c b c a

Fig. 5.

d c b c b a

Fig. 6.

d d

E

2d e 2d' e d e d e d' e d e'

Lith. de B

Th. Lesleudou del.

Aristolochia Clematitis.

Fig. 4

Fig. 6

Fig. 1

Lith. de B

Th. Lestiboudois, del.

Pl.

Aristolochia Clematiti

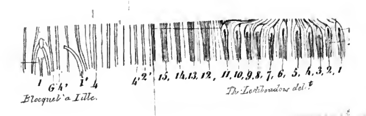
Fig. 4

Fig. 6

Fig. 5

Fig. 2

Fig. 3



Blocquel à Lille.

Th. Lestiboudois del.t

tanum:

Pl.XIII.

Fig.1. Fig. Fig.8.

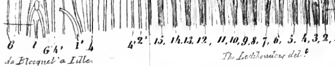
Fig.9.

Fig.12.

Syringa vulgaris

Richar

Nobla.

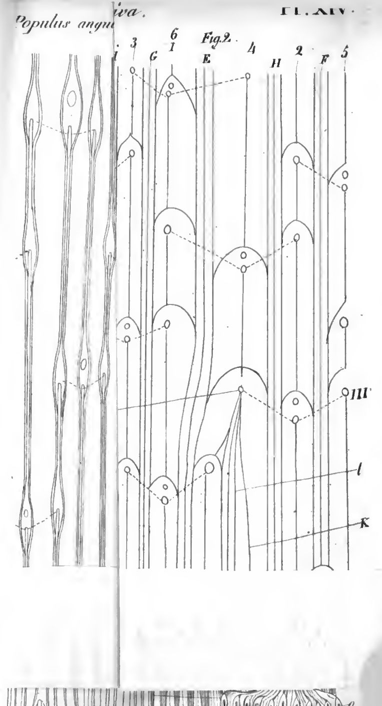


de Blocquel a Lille. Th. Lestiboudois del.[t]


Digitized by Google

Populus angu... iva.

Pl. XIV.



Lith. de Bloequel à Lille.

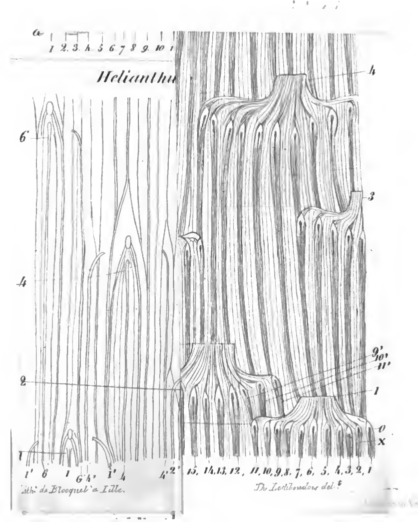
Th. Lestiboudois del.t

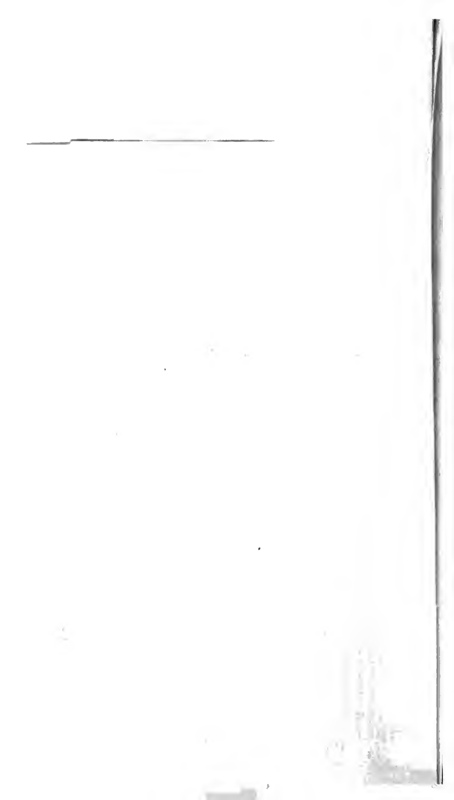
Pl. XVII.

Pandanus odoralissimus.

3. Fi

Fig. 6.





PI. XVII.

3. *Pandanus odoratissimus.*

Fig. 6.

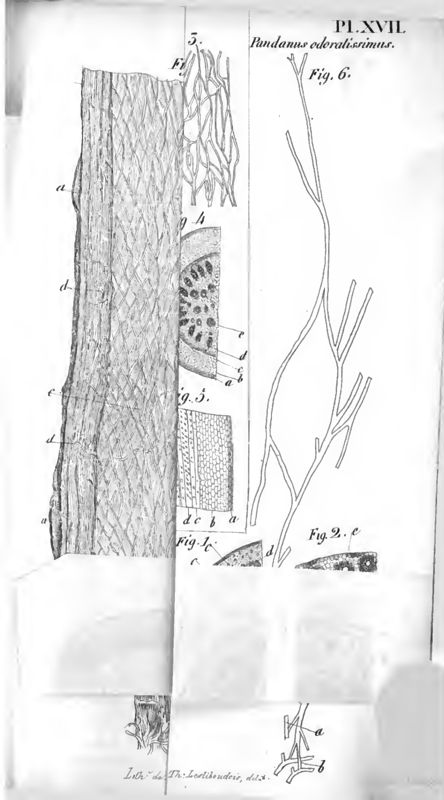
Fig. 1.

Fig. 1. *Arundo Donax.*

Fig. 6.

Th. Lestiboudois




Pl. XVII.
Pandanus odoratissimus.
Fig. 6.
3.
a
d
g 4
e
d
c
b
a
c
ig. 5.
d
a
d c b a
Fig. 1
c
c
d
Fig. 2. e
a
b
Lith. de Th. Lestiboudois, del.

6.

PL.XXI.

f

d

a

a

A

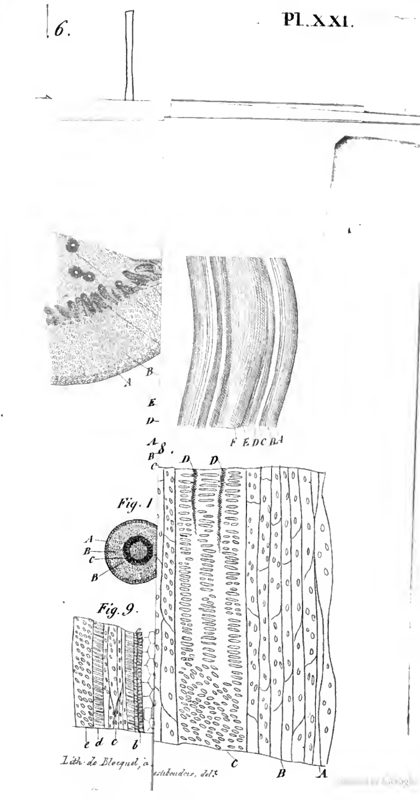
c

a

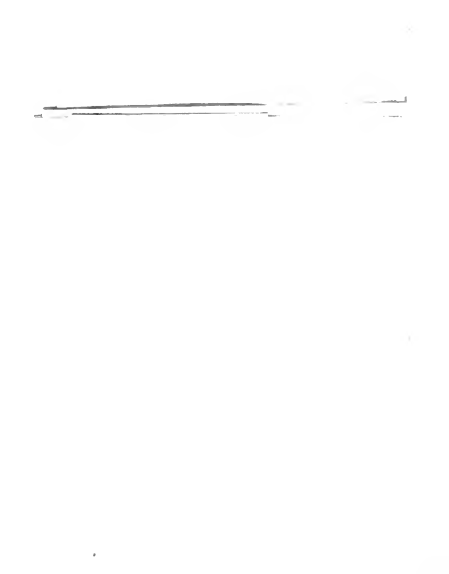
b

Lith. de Th. Laclibaudere, del.t





Lith. de Blocquel, à ... del.



6.

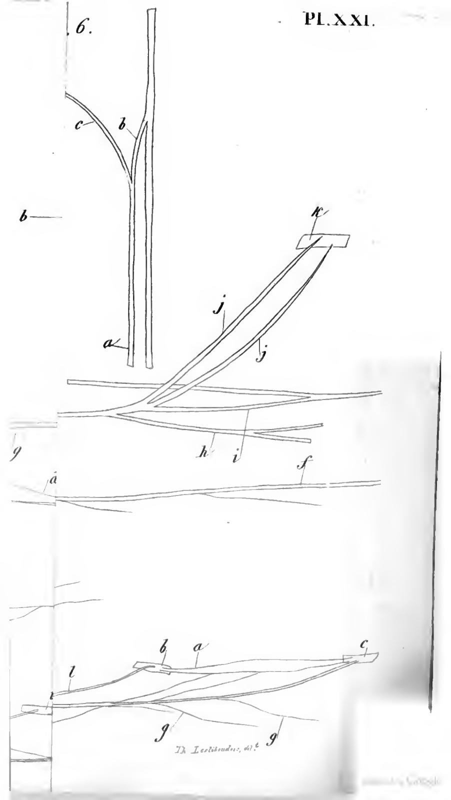
Fig. 8.

Fig. 11.

Fig. 14.

Lith. de Blocquel a Lille.

Th. Lestiboudois, del.t


6.
c
b
b
a
k
j
j
g
h
i
a
f
l
b
a
c
g
g
Th. Lesliteudes, del.t







